

3408.66138

#2/Priority Paper
PATENT 5/1/02
a.s.

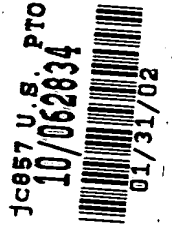
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Ikai et al.)
Serial No.)
Filed: January 31, 2002)
For: TRACK SERVO CONTROL)
METHOD, TRACK SERVO)
CONTROLLER AND OPTICAL)
STORAGE DEVICE)
Art Unit:)

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.

1/31/2002
Date

Express Mail No. EL846223187US



CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-165241, filed May 31, 2001

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

January 31, 2002

300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

3408.66138
312.360.0080

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

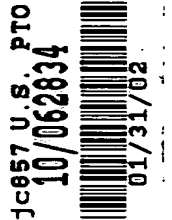
2001年 5月31日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-165241

出 願 人
Applicant(s):

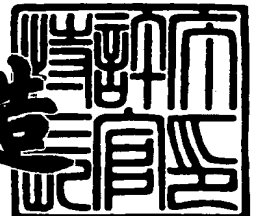
富士通株式会社
富士通周辺機株式会社



2001年10月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3093781

【書類名】 特許願

【整理番号】 0150484

【提出日】 平成13年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 7/007

【発明の名称】 トラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び
光記憶装置

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士
通株式会社内

 【氏名】 伊海 佳昭

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士
通株式会社内

 【氏名】 柳 茂知

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県加東郡社町佐保35番 富士通周辺機株式会社内

 【氏名】 山下 知紀

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 592019877

 【氏名又は名称】 富士通周辺機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100094514

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 林 恒▲徳▼

【代理人】

【識別番号】 100094525

【弁理士】

【氏名又は名称】 土井 健二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704944

【包括委任状番号】 9909041

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レリーフ構造で形成された I D 部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックに光ビームを追従するためのトラックサーボ制御方法において、

前記光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測するステップと、

前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するステップと、

前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップと、

前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記 I D 部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振られを抑制するステップとを有し、

前記学習ステップは、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するステップからなることを

特徴とするトラックサーボ制御方法。

【請求項 2】 前記学習ステップは、

前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するトラックのゾーンに隣接するゾーンの I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなることを

特徴とする請求項 1 のトラックサーボ制御方法。

【請求項 3】 前記学習ステップは、

前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するゾーンのトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側である時は、その内側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、外側である時は、その外側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、同期した信号波形を学習するステップから

なることを

特徴とする請求項2のトラックサーボ制御方法。

【請求項4】レリーフ構造で形成されたID部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックに光ビームを追従するためのトラックサーボ制御装置において、

前記光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測する検出手段と、

前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するフィードバック制御部と、

前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記ID部の周期に同期した信号波形を学習し、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記ID部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振れを抑制する学習制御部とを有し、

前記学習制御部は、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習することを

特徴とするトラックサーボ制御装置。

【請求項5】レリーフ構造で形成されたID部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックの情報を少なくとも読み出す光記憶装置において、

前記光ビームを移動するアクチュエータを有する光学ヘッドと、

前記トラックに光ビームが追従するよう前記アクチュエータを制御するためのトラックサーボ制御部とを有し、

前記トラックサーボ制御部は、

前記光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測する検出手段と、

前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するフィードバック制御部と、

前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記ID部の周期に同期した信号波形を学習し、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前

記 I D 部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振られを抑制する学習制御部とを有し、

前記学習制御部は、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習することを

特徴とする光記憶装置

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ビームを光ディスクのトラックに追従制御するトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置に関し、特に、セクタの I D 部をエンボス形成した光ディスクのトラックに精度良く追従するためのトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

光ディスク（ディスク形状、カード形状）等の光記憶媒体を使用した光学記憶装置の記憶容量は、飛躍的に向上している。光学記憶装置は、スパイラル状、円周状のトラックを有する光ディスク記憶媒体を使用し、そのトラックに光学ヘッドの光ビームに位置付けし、光ビームの焦点を合わせ、光ビームにより、トラックのデータをリード又はリード／ライトする。又、光ビームで位置付け磁気的に記録／再生を行うものも、光記憶装置と定義する。

【 0 0 0 3 】

このため、光ビームをトラックに追従するためのトラックサーボ制御と、光ビームの焦点位置を媒体の記録面に追従するためのフォーカスサーボ制御とが行われる。この両サーボ制御は、光ビームの媒体からの反射光から、フォーカス方向の位置ずれ量を示すフォーカスエラー信号（F E S）と、トラック方向の位置ずれ量を示すトラックエラー信号（T E S）とを生成し、位置ずれ量がゼロになるようなフィードバック制御を行う。

【 0 0 0 4 】

このようなフォーカス又はトラックサーボ制御方法において、制御系に周期的

なノイズが印加される場合がある。例えば、図 3 2 に示すように、光ディスク媒体 2 0 0 は、半径方向に、複数のゾーン 2 0 0 - 1, 2 0 0 - 2 に分割され、各ゾーンには、複数のトラック 2 0 1 が平行に設けられている。このトラック 2 0 1 は、媒体の円周方向に複数のセクタに分割されており、各セクタの先頭には、セクターマーク、I D (トラック番号、セクタ番号) 等を示すヘッダ 2 0 2 が設けられている。

【 0 0 0 5 】

光ディスク 2 0 0 では、このヘッダ 2 0 2 は、光媒体にエンボスで、レリーフ構造又は幾何学的形状で形成されている（ここでは、これをプリピットという）。即ち、凸状突起及び又は凹状の穴の幾何学的形状で形成されている。この方法は、何万トラック、何十万セクタを持つ光ディスクのヘッダ 2 0 2 を、光ディスク基板の製造過程のスタンプ加工で形成でき、磁気ディスクのように、書き込みを必要としない。

【 0 0 0 6 】

ヘッダ 2 0 2 は、機械的に凸凹のピットで形成されているため、このような光ディスク 2 0 0 のあるトラック 2 0 1 を光ビーム 2 1 0 が、走行中に、このトラック 2 0 1 のセクタのヘッダ 2 0 2 により、位置決め系に入力されるトラックエラー信号 (T E S) は変化し、トラックエラー量が大きくなる。即ち、位置決め系に対し、ノイズが印加される。このノイズは、ヘッダ位置に依存するため、周期的ノイズと見なされる。

【 0 0 0 7 】

一般的な、制御系に加わるノイズへの対策としては、ノイズの発生する周波数で、制御系の閉ループ特性のゲインを下げるというものがあつた。閉ループ特性は、制御対象の特性を P、コントローラの特性を K とした場合、

$$PK / (1 + PK) \quad (1)$$

で表される。これは、ノイズに対する位置誤差の応答特性であるため、コントローラの特性を工夫して、閉ループ特性のゲインを下げれば、ノイズの影響も小さくすることができる。

【 0 0 0 8 】

また、光磁気ディスクのIDピット（ヘッダ）のノイズを軽減させる方法として、特開平5-258383号公報の構成が提案されている。前述のように、光磁気ディスクでは、媒体上のトラックはセクタと呼ばれる小領域に分割されており、セクタの先頭にはヘッダ（ID部）と呼ばれるディスク上の位置を示すトラック番号とセクタ番号を記録した部分がある。

【0009】

この部分は、媒体を作成する際に、プレピットの形で形成されるものであり、物理的なドットである。このため、レーザスポットが、このID部の上を通ると光が拡散されて反射光量が減少し、ノイズとして観測される。特開平5-258383号公報の方法では、ID部検出手段により、レーザスポットがID部を通過するタイミングを検出し、そのときだけ制御回路を切り替えて、ノイズによってアクチュエータが振られることを回避する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

従来の閉ループ特性のゲインを下げる方法の問題点は、追従性能を悪化させることが多いことである。閉ループ特性は、外乱抑圧特性である感度特性と密接な関係があり、閉ループ特性を T 、感度特性を S とすると、 $T + S = 1$ の関係が成り立つ。したがって、閉ループの特性を感度特性から独立して変化させることはできず、ノイズの周波数でのゲインを下げることによって、感度特性が悪化することが多い。そのため、ノイズの影響を軽減することができても、その代わりに追従精度が悪化することになる。

【0011】

又、特開平5-258383号公報の方法では、ID部検出手段は、そのとき、光ビームが追従中のゾーンのID部しか検出できない。従って、追従中ゾーンのIDピットノイズを良好に除去できる。

【0012】

光磁気（光）ディスクの媒体には、らせん状にトラックが刻み込まれており、数百から数千のトラックをまとめてゾーンという単位に区切っている。媒体の種類によっては、ゾーンごとにID部の数が異なり、しかも、図32に示すように

、ゾーン 2 0 0 - 1 とゾーン 2 0 0 - 2 のように、ゾーン毎に、I D 部の位置が異なる。このため、高密度の光（光磁気）ディスクでは、追従しているゾーンの I D 部だけでなく、その周囲のゾーンの I D 部も、トラックエラー信号 T E S にノイズとして観測される場合がある。

【 0 0 1 3 】

例えば、図 3 3 は、高密度（例えば、トラック幅が、1 ミクロン以下）光磁気ディスクのトラック追従制御時の時間に対するランアウト量の経過を示す。図 3 3 で示すように、周期的に現れる現在追従中のトラックの I D ピットによるノイズの他に、周期的に現れる他のノイズが存在することが判る。

【 0 0 1 4 】

現在追従中のトラックの I D ピットによるノイズは、前述の従来技術の I D ピットノイズ除去方法で除去できるが、他の周期的なノイズは、周期が異なるため、除去できないという問題がある。特に、前述のように、トラック密度が高くなると、トラック追従時の許容位置誤差が小さくなるため、前述のノイズの影響が無視できなくなっている。

【 0 0 1 5 】

従って、本発明の目的は、余分な周期的ノイズによる追従精度の低下を防止するためのトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置を提供するにある。

【 0 0 1 6 】

又、本発明の他の目的は、追従精度を低下せずに、余分な周期的ノイズによるアクチュエータへの影響を防止するためのトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置を提供するにある。

【 0 0 1 7 】

更に、本発明の他の目的は、周期が異なる種々のノイズの影響を防止し、トラック追従精度の低下を防止するためのトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置を提供するにある。

【 0 0 1 8 】

更に、本発明の他の目的は、高密度光ディスクにおけるトラック追従精度を向

上するためのトラックサーボ制御方法、トラックサーボ制御装置及び光記憶装置を提供するにある。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

この目的の達成のため、本発明のトラックサーボ制御方法は、レリーフ構造で形成された I D 部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックに光ビームを追従するためのトラックサーボ制御方法であり、その方法は、光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測するステップと、前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するステップと、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップと、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記 I D 部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振られを抑制するステップとを有し、前記学習ステップは、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するステップからなる。

【 0 0 2 0 】

本発明は、I D ノイズ（I D 部の凸や凹の組み合わせによるレリーフ構造を原因とするノイズ）が周期性ノイズであることから、これを学習して、フィードバック制御系に学習結果を注入し、I D ノイズによるアクチュエータの振られを抑制する。又、学習すると、I D ノイズは、振られを抑制しても、フィードバック制御系からなくならないため、学習が収束しないおそれがある。このため、本発明では、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するようにして、学習を収束させるものである。

【 0 0 2 1 】

このため、周期性 I D ノイズが加わっても、制御ループから除去することができ、周期性ノイズによるアクチュエータの振れを低減でき、安定なトラック追従動作が可能となる。即ち、位置決め制御系に周期的なノイズが加わる場合に、ノイズの周期に同期した信号波形を学習することで、ノイズの波形を同定し、その信号を制御ループから除去することによって、ノイズの影響を軽減する。

【 0 0 2 2 】

又、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するトラックのゾーンに隣接するゾーンの I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなる。

【 0 0 2 3 】

このため、高密度光記憶媒体で問題となる隣接ゾーンの I D 部による I D ノイズによるアクチュエータの振れを軽減し、安定なトラック追従動作を実現できる。

【 0 0 2 4 】

更に、本発明は、好ましくは、前記学習ステップは、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するゾーンのトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側である時は、その内側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、外側である時は、その外側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、同期した信号波形を学習するステップからなる。

【 0 0 2 5 】

このため、両側にゾーンが存在するゾーンのトラック追従においても、高密度光記憶媒体で問題となる隣接ゾーンの I D 部による I D ノイズによるアクチュエータの振れを軽減し、安定なトラック追従動作を実現できる。

【 0 0 2 6 】

更に、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記光ビームの追従開始トラック位置により、前記追従するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出するステップを更に有する。このため、シーク時に、両側にゾーンが存在するゾーンのトラック追従においても、高密度光記憶媒体で問題となる隣接ゾーンの I D 部による I D ノイズによるアクチュエータの振れを軽減し、安定なトラック追従動作を実現できる。

【 0 0 2 7 】

更に、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記光ビームの追従開始トラック位置と前記追従開始からの前記光記憶媒体の回転数により、前記追従

するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出するステップを更に有する。

【 0 0 2 8 】

このため、スパイラル追従時に、両側にゾーンが存在するゾーンのトラック追従においても、高密度光記憶媒体で問題となる隣接ゾーンの I D 部による I D ノイズによるアクチュエータの振れを軽減し、安定なトラック追従動作を実現できる。

【 0 0 2 9 】

更に、本発明では、前記抑制ステップは、前記学習結果を前記フィードバック制御系の信号から差し引くステップからなる。これにより、アクチュエータの前段において、制御ループから I D ピットノイズを除去できる。

【 0 0 3 0 】

更に、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の指令値から前記学習結果を差し引くステップからなる。これにより、アクチュエータの前段において、制御ループから I D ノイズを除去できる。

【 0 0 3 1 】

更に、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の入力信号を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の入力信号から前記学習結果を差し引くステップからなる。これにより、フィードバック制御部の入力段で、制御ループから I D ノイズを除去できる。又、デトラック検出を正確にできる。

【 0 0 3 2 】

更に、本発明では、好ましくは、前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習して、位相進みした学習結果を出力するステッ

ブからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の指令値に前記学習結果を加えるステップからなる。

【 0 0 3 3 】

このため、アクチュエータの動作と、制御ループからの学習により、IDノイズによるアクチュエータの振れを軽減できる。

【 0 0 3 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、光記憶装置、トラックサーボ制御装置、学習制御部、他の実施の形態、実施例の順で、説明するが、本発明は、下記実施の形態に限られない。

【 0 0 3 5 】

〔光記憶装置〕

図1は、本発明の一実施の形態の光ディスク装置の構成図であり、光ディスク装置として、光磁気ディスク装置を示す。ここでは、本実施形態の説明に直接関係のない部分、例えば、再生信号の処理回路、ホストコンピュータとのインターフェイス回路、あるいはフォーカス制御回路といったものは省略している。

【 0 0 3 6 】

図1に示すように、光ディスク装置は、情報を記録するための情報トラックが設けられた光磁気ディスク101を装着し、光磁気ディスク101を回転駆動するスピンドルモータ102を備える。

【 0 0 3 7 】

又、光ディスク装置は、光磁気ディスク101に対して情報の記録、再生を行うための光学ヘッドを有する。光学ヘッドは、構成要素として、光磁気ディスク101の情報トラック上に光ビーム104を照射するための対物レンズ103と、対物レンズ103を光軸方向（図の上下方向、フォーカシング方向）に駆動するフォーカス可動手段としてのフォーカスアクチュエータ106と、対物レンズ103及びフォーカスアクチュエータ106等を搭載し、光磁気ディスク101の半径方向に移動可能なキャリッジ（アクチュエータ）105と、光源となるレーザーダイオードやフォトディテクタを含む光学系107とを備えている。

【0038】

また、トラッキング制御回路130は、フォトディテクタの出力電流を増幅するヘッドアンプ80と、フォトディテクタの出力よりトラッキングエラー信号を検出するトラッキングエラー信号検出回路（TES検出回路）90と、トラッキング制御系を安定化するため、TESの高周波数成分を除去するローパスフィルタ（アンチエイリアシングフィルタ）100と、トラッキングエラー信号からサーボ制御信号を生成するデジタルサーボ制御装置5と、デジタルサーボ制御装置5の出力信号に基づき前記キャリッジ105を駆動するためのコイルに駆動電流を供給するトラッキングアクチュエータドライバ（アンプ）6とを有している。

【0039】

このキャリッジ105は、トラッキングアクチュエータドライバ6から供給される駆動電流ITRにより、光ディスク101上の情報トラックを横切る方向（図の左右方向、トラッキング方向）に、光ビーム104がすべての情報トラックを照射可能なように対物レンズ103及びフォーカスアクチュエータ106と共に移動するアクチュエータ、例えば、ボイスコイルモータを有する。

【0040】

このキャリッジ105の構成では、例えば、フォーカスアクチュエータ106は、対物レンズ103を固定するためのホルダと、対物レンズ103をフォーカシング方向に可動に、かつトラッキング方向に略固定に支持する板バネと、対物レンズ103を駆動するためのフォーカスコイルとから構成される。そして、キャリッジ105は、前記フォーカスアクチュエータ106を上部に搭載し、両側部にキャリッジを駆動するためのキャリッジ駆動手段（アクチュエータ）としてトラッキングコイルを設けている。

【0041】

このような構成のキャリッジ105を、キャリッジ105に沿い、ガイド軸、磁気回路とともに組み付けて光学ヘッドを構成することにより、フォーカスコイルへの通電によりフォーカスアクチュエータ106をフォーカシング方向に駆動でき、また、トラッキングコイルへの通電によりキャリッジ105をトラッキング方向に駆動することができる。キャリッジ105の駆動により光ビーム104

もトラッキング方向に駆動されるので、これらによりトラッキングアクチュエータが構成されることになる。

【 0 0 4 2 】

又、後述するように、デジタルサーボ制御装置 5 は、観測信号であるアナログのトラックエラー信号 T E S をデジタル値に変換する A D コンバータと、このデジタル値を信号処理する D S P （デジタルシグナルプロセッサ）と、D S P のデジタル駆動電圧をアナログ駆動電圧に変換する D A コンバータとから構成されている。

【 0 0 4 3 】

次に、このように構成したトラッキング制御系の動作を説明する。まず、図示しないモータ制御回路によりスピンドルモータ 1 0 2 を所定の速度で回転させ、また図示しないレーザ制御回路の駆動制御により光学系 1 0 7 に含まれるレーザダイオードを所定出力で発光させる。

【 0 0 4 4 】

続いて、図示しないフォーカス制御回路によりフォーカスアクチュエータ 1 0 6 を駆動制御し、光ビーム 1 0 4 が光ディスク 1 0 1 の情報トラックに対して焦点を結ぶように対物レンズ 1 0 3 のフォーカシング方向の位置制御を行う。この光ビーム 1 0 4 の光ディスク 1 0 1 からの反射光は、光学系 1 0 7 のフォトディテクタで受光され、ヘッドアンプ 8 0 により増幅されて、トラッキングエラー信号検出回路 9 0 へ出力される。

【 0 0 4 5 】

この状態で、トラッキングエラー信号検出回路 9 0 は、フォトディテクタの出力に基づき、光ビーム 1 0 4 が情報トラックの中心からどれだけずれた位置を照射しているかを示す、トラッキングエラー信号 T E S を生成する。通常、トラッキングエラー信号は、情報トラックの中央とトラック間のほぼ中間点とでゼロレベルとなり、光ビームの変位に対して正弦波状に変化する信号となる。

【 0 0 4 6 】

トラッキングエラー信号検出回路 9 0 の出力のトラッキングエラー信号は、ローパスフィルタ 1 0 0 で高周波数成分（ノイズ成分）が除去された後、デジタル

サーボ制御装置 5 でサーボ演算処理され、トラッキングアクチュエータドライバ 6 より駆動電流 I_{TR} としてキャリッジ 105 に負帰還される。この駆動電流 I_{TR} により、キャリッジ 105 はトラッキングエラー信号検出回路 90 により検出された光ビーム 104 の位置ずれを補正する方向に駆動される。

【0047】

このように、トラッキングエラー信号を、キャリッジを駆動するトラッキングコイルに帰還することにより、トラッキングエラー信号が零となるように光ビーム 104 のトラッキング方向位置が駆動され、光ビーム 104 が情報トラック中央に追従するようにするトラッキング制御が行われる。

【0048】

光ディスク装置を、光磁気ディスク装置で説明したが、他の光ディスク装置にも適用できる。

【0049】

次に、図 1 の光ディスク 101 及び周期的ノイズの原因を説明する。図 2 は、図 1 の光磁気ディスク 101 の断面図、図 3 は、光磁気ディスク 101 の上面図、図 4 は、光磁気ディスクのデータフォーマット図、図 5 及び図 6 は、周期性ノイズの説明図、図 7 は、トラックエラーマージンの説明図である。

【0050】

図 2 (A) は、1.35 GByte の容量の光磁気ディスク 101 の断面図であり、ランド 110 が、グループ 120 で分離され、ランド 110 にのみ記録が行われる。このため、グループ 112 は、ランド 110 を分離するだけの機能を有すれば良く、ランド 110 の幅を、 $0.9 \mu\text{m}$ 程度にとれる。

【0051】

一方、図 2 (B) は、2.3 GByte の容量の光磁気ディスク 101 の断面図であり、ランド 110 とグループ 112 の両方に記録を行う。このため、グループ 112 とランド 110 の幅は、等しく、 $0.65 \mu\text{m}$ と狭い。

【0052】

このような高密度の光磁気ディスクでは、光ビームの大きさが、直径 $0.9 \mu\text{m}$ 程度のため、トラックエラーマージンは、小さく、特に、ランド／グループ記

録では、一層小さい。

【0053】

図3の上面図に示すように、光磁気（光）ディスクの媒体101には、らせん状にトラックが刻み込まれており、数百から数千のトラックをまとめてゾーンという単位に区切っている。各トラックは、同一長さの複数のセクタ116で区切られており、セクタ116の先頭に、ヘッダ（ID部という）114が設けられる。ヘッダ114には、セクターマーク、ID（トラックアドレス、セクターアドレス）、制御信号（VFOパターン等）が、プレピットの形式で形成されている。

【0054】

光磁気ディスク101は、一定回転数で回転されるため、ディスク101の内周と外周とで、光ビームと光磁気ディスク101の相対速度が異なる。このため、内周側ゾーンでは、記録周波数を低く、外周側ゾーンでは、記録周波数を高くする、所謂ゾーンCAV（Constant Angular Velocity）を採用し、記録容量の増大を図っている。

【0055】

このZCAVを採用する媒体101では、ゾーン毎に、各トラックのID部114の数、位置が異なる。例えば、図3では、ゾーン1は、セクタ数が「50」で、ゾーン2は、セクタ数が「48」で、ゾーン3は、セクタ数が「46」で、ゾーン4は、セクタ数が「44」というように、インナーゾーン程、セクタ数が少なく、しかも、セクタ116のID部114の位置が、ゾーン毎に異なる。

【0056】

図4は、図2（B）のグループ／ランド記録光磁気ディスク101のトラックフォーマットであり、例えば、特開2001-23177号公報で開示されている。グループトラック112と、ランドトラック110とは、2つのセクタ116に対し、1つのヘッダ（識別情報）114が設けられ、ランドトラック110とグループトラック112とでは、ヘッダ116がずれた位置（ここでは、セクタ単位で交互）に設けられる。

【0057】

ここで、ヘッダ 1 1 4 は、セクターマーク SM と ID からなり、ID は、トラックアドレス、セクターアドレス、CRC、VFO パターン等からなる。又、ヘッダ 1 1 4 が設けられていないとされたセクタには、セクターマーク SM のみが設けられる。このヘッダ 1 1 4 は、例えば、7 0 B y t e 長であり、これに続くデータ領域 1 1 8 は、例えば、2 5 6 0 B y t e 長である。

【 0 0 5 8 】

このセクターマーク SM と ID は、図 6 (A) にも示すように、凸凹のプレピットで形成されている。このプレピットは、光磁気ディスク基板を樹脂（例えば、ポリカーボネート）にトラックとともに、スタンピング形成して作成される。この際に、図 5 及び図 6 (B) に示すように、プレピット 1 1 4 を形成したゾーンの両側のゾーンに応力が加わり、残留応力 1 4 0 が生じる。

【 0 0 5 9 】

この残留応力部 1 4 0 では、光弾性により光学的複屈折率が変化する。このため、図 5 に示すように、光ビームがあるゾーン（例えば、ゾーン 2）のトラックを通過する際に、そのトラックの隣接ゾーンによる残留応力部 1 4 0（即ち、隣接ゾーン 3 の ID 部 1 1 4 の位置）で、光が散乱し、図 3.3 で説明したように、ノイズとなって現れる。

【 0 0 6 0 】

このノイズがアクチュエータの制御に影響すると、アクチュエータが不要に振られ、即ち、光ビームがトラックに追従しているにもかかわらず、トラックエラー量が生じ、アクチュエータが振動する。特に、ランド／グルーブ記録では、図 7 に示すように、1 トラック幅が、 $0.65 \mu\text{m}$ に対し、光ビームの直径が $0.9 \mu\text{m}$ と大きいと、トラックから外れたことを検出するデトラックマージンが小さく、例えば、 $0.18 \mu\text{m}$ である。このため、前述の隣接ゾーンの ID ノイズにより、アクチュエータが振られると、容易にデトラックマージンを越えてしまう。

【 0 0 6 1 】

本発明では、後述するように、このノイズが、隣接ゾーンの ID 部 1 1 4 の位置で発生する周期性ノイズであることから、隣接ゾーンの ID 部 1 1 4 の周期に

合わせて、このノイズを学習し、制御系から排除するものである。

【 0 0 6 2 】

以上の説明では、光磁気ディスクで説明したが、同様に、他の光ディスクでも、同様の現象が発生するため、他の光ディスクにも適用できる。又、ランド／グルーブ記録にかかわらず、ランド記録のみのものでも、適用できる。更に、光ディスクは、形状が円盤状のものに限られず、カード（四角）形状のものでも同様である。

【 0 0 6 3 】

〔トラックサーボ制御機構〕

図 8 は、本発明の一実施の形態の光ディスク装置におけるトラックサーボ制御機構のフィードバック制御系のブロック図であり、図 9 は、その学習制御部の説明図、図 1 0 は、図 8 の学習アルゴリズムの説明図、図 1 1 は、図 8 のノイズ学習動作の説明図、図 1 2 は、図 8 の学習周期決定処理フロー図、図 1 3 は、図 8 の他の学習周期決定処理フロー図、図 1 4 は、その学習制御部の機能ブロック図、図 1 5 は、図 1 0 の学習メモリ更新動作の説明図である。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、図 1 のデジタル制御装置 5 のトラックサーボ制御機構のフィードバック制御系を示し、この実施形態にあつては、フィードバック制御部とアクチュエータ（キャリッジ）のキャリッジ駆動部との間に学習制御部を設けている。

【 0 0 6 5 】

図 8 において、トラックサーボ機構のフィードバック制御系は、フィードバック制御部 5 - 1、学習制御部 5 - 2、加算器 5 - 3、5 - 5、比例ゲイン乗算部 5 - 4 で構成される。

【 0 0 6 6 】

フィードバック制御部 5 - 1 に入力される観測される位置誤差信号は、図 1 の T E S 検出回路 9 0 のトラックエラー信号 T E S である。前述のように、トラッキングエラー検出回路 9 0 は、キャリッジ 1 0 5 に搭載した対物レンズ 1 0 3 による媒体 1 0 1 からの光ビームの戻り光から、トラックセンタに対する位置ずれ量を表わすトラッキングエラー信号 T E S を作成する。

【 0 0 6 7 】

この観測位置誤差信号（トラッキングエラー信号 T E S）は、トラック追従時には、媒体 1 0 1 の偏心等による外乱からアクチュエータの変位を差し引いた実際の位置誤差に、前述の I D 部による周期性ノイズを加算した信号波形である。

【 0 0 6 8 】

フィードバック制御部 5 - 1 は、トラッキングエラー信号 T E S を受け、トラッキングエラー信号 T E S が零となる、即ち光ビームのトラックセンタに対するずれ量をなくすように、キャリッジ駆動部 6 によりキャリッジ（アクチュエータ）1 0 5 を移動するフィードバック指令値 I F B を計算する。

【 0 0 6 9 】

フィードバック制御部 5 - 1 は、例えば、周知の状態方程式による演算や P I D 演算により制御信号 I F B を計算し、この制御信号 I F B は、キャリッジ駆動部 6 へのフィードバック電流指令値となる。

【 0 0 7 0 】

学習制御部 5 - 2 は、フィードバック制御部 5 - 1 から出力されたフィードバック電流指令値としての制御信号 I F B を入力とし、未知の駆動電流関数の近似関数である学習制御信号を学習則により獲得する。本発明では、学習制御部 5 - 2 をノイズの周期で動作させ、ノイズの周期に同期した信号波形を学習して、ノイズの波形を同定する。そして、加算器 5 - 3 は、フィードバック指令値 I F B から学習結果を差し引き、制御ループからその信号を除去する。

【 0 0 7 1 】

このため、周期性ノイズが加わっても、制御ループから除去することができ、周期性ノイズによるアクチュエータの振れを防止でき、安定なトラック追従動作が可能となる。即ち、位置決め制御系に周期的なノイズが加わる場合に、ノイズの周期に同期した信号波形を学習することで、ノイズの波形を同定し、その信号を制御ループから除去することによって、ノイズの影響を軽減している。

【 0 0 7 2 】

学習制御部 5 - 2 の信号波形の学習は、例えば、特開 2 0 0 0 - 3 3 9 7 2 9 号公報に記載された方法を使用することができる。学習制御部 5 - 2 の詳細は、

図 1 4 乃至図 1 5 で後述するが、この学習方法の原理を図 1 0 及び図 1 1 で説明する。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 に示すように、学習したい信号の周期を T_L とすると、 T_L を N 分割した番号 $i = 0 \sim (N - 1)$ をもつ区間を作成し、それぞれの区間の短冊高さ C_i を学習アルゴリズムにより獲得することで、信号を写し取る。この場合の学習アルゴリズムでは、学習制御部 5 - 2 への入力信号を $I F B$ 、学習ゲインを K_1 とした場合に、

$$d C_i / d t = K_1 \cdot I F B (t) \quad (2)$$

となるように、 C_i を変化（更新）させる。

【 0 0 7 4 】

つまり、ある時点で、 $I F B (t)$ が正ならば、その時点に対応した C_i は増加し、 $I F B (t)$ が負ならば、 C_i は減少する。 $I F B (t)$ に含まれる周期的な成分 $I_c (t)$ がなくなり、非周期的な成分のみになれば、 C_i は収束し、学習が完了したことになる。

【 0 0 7 5 】

ただし、この学習方法では、学習制御部 5 - 2 への入力 $I F B (t)$ に含まれる周期成分がなくなる限り、 C_i は増加または減少を続けてしまい、学習が収束しない。前述の公開特許公報に開示された学習制御では、媒体 1 0 1 の偏心外乱を学習することを目的とするため、周期性成分を学習し、フィードフォワード出力すれば、アクチュエータが偏心に追従し、入力信号に周期性成分はなくなる。

【 0 0 7 6 】

しかし、本発明では、対象とする周期性ノイズに、アクチュエータが追従しないように、制御ループから排除し、しかも、周期性ノイズは、トラックエラー信号 $T E S$ に常時印加され、周期性成分は入力信号からなくなる。このため、公開された学習制御をそのまま適用しても、学習が収束しない。

【 0 0 7 7 】

この学習を収束させるため、本発明では、学習制御部 5 - 2 が学習した周期性

成分を、入力 $IFB(t)$ から除去し、学習制御部 5-2 に入力するフィードバックループを設けている。即ち、図 8 及び図 9 に示すように、比例ゲイン乗算部 5-4 と、加算器 5-5 を付与し、学習制御部 5-2 の出力（学習結果）に比例ゲイン乗算部 5-4 で、ゲイン K_c を掛けて、加算器 5-5 で、入力 $IFB(t)$ から乗算結果を引き、学習制御部 5-2 の入力を得るループを設ける。

【0078】

これにより、学習制御部 5-2 の学習が進むにつれて、学習制御部 5-1 の入力信号に含まれる周期成分が減少するようにしている。例えば、ゲイン K_c が「2」であるとする、学習結果 I_1 と入力信号 IFB に含まれる周期成分との振幅比が、1:2 になったときに、学習制御部 5-2 への入力信号から周期成分が除去され、学習が収束することになる。

【0079】

即ち、学習制御部 5-2 の入力 ($IFB - I_1 \cdot K_c$) が、非周期成分のみになった時点で、学習結果 I_1 （周期成分）が収束する。このような方法で、学習制御部 5-2 が学習した結果を、加算器 5-3 で制御ループから除算する。この除算により、周期性ノイズの成分を除去することができる。

【0080】

この方法では、制御系の閉ループ特性や感度特性を変化させることなく、周期性ノイズの除去ができるため、追従性能が悪化することを防止できる。また、周期性ノイズの波形が未知関数であっても、周期さえ判れば、ノイズの周期に同期した波形を学習でき、ノイズを制御ループから排除できる。

【0081】

即ち、光磁気ディスクの ID ピットノイズを抑制する場合には、隣接ゾーンの ID 部の周期を、学習制御部 5-2 の周期 T_L に設定する。これにより、隣接ゾーンの ID 部（ピット）による周期性ノイズ（ID ピットノイズ）を学習することができる。

【0082】

前述の学習アルゴリズムは、基本的に積分動作で、未知関数を学習する。又、前述の図 3 で説明したように、光ディスク 101 は、各ゾーンでセクタ長を同一

に設定し、各ゾーンでセクタ数を変化しているため、光ディスクの回転による各ゾーンのID部の周期は異なる。

【0083】

このため、図11に示すように、現在ゾーンのトラックを通過する際、隣接ゾーンのID部の周期を、学習制御部5-2の周期TLに設定することにより、学習制御部5-2は、現在光ビームが通過中のゾーンのトラックの隣接ゾーンのID部（ピット）による周期性ノイズ（IDピットノイズ）を学習することができ、この周期性ノイズを制御ループから排除できる。このため、隣接ゾーンのID部による周期性ノイズでアクチュエータが振られることを防止できる。

【0084】

この時、図11に示すように、現在光ビームが通過中のゾーンのトラックのID部によるノイズは、設定された学習周期TLと周期が異なるため、蓄積されず、隣接ゾーンのID部（ピット）による周期性ノイズ（IDピットノイズ）のみを学習することができる。又、この現在光ビームが通過中のゾーンのトラックのID部によるノイズは、前述した特開平5-258383号公報に開示されたID部検出手段によるノイズ除去方法を適用して、除去する。

【0085】

図12は、隣接ゾーンのID部の周期設定処理フロー図であり、図8のフィードバック制御系の全体を制御する図1に図示しない全体制御部が実行する。

【0086】

（S10）現在光ビームが通過するゾーンに隣接するゾーンの番号Znを求め、各ゾーン1周のセクタ数を格納するテーブルSCT_TABLEからそのゾーンZnのセクタ数Ncntを求める。

【0087】

（S11）隣接ゾーンZnのID部の周期TLを、媒体回転数R、Ncntから下記（3）式で計算する。これを学習制御部5-1にセットする。

【0088】

$$TL = 60 / (Ncnt \cdot R) \quad (3)$$

このように、隣接ゾーンのIDピットノイズの周期を、予めわかっているセク

タの数とその時点での媒体回転数から計算することによって、隣接ゾーンのIDピットノイズを学習するための同期タイミングを作成することができる。

【0089】

図13は、隣接ゾーンのID部の他の周期設定処理フロー図であり、図8のフィードバック制御系の全体を制御する図1に図示しない全体制御部が実行する。

【0090】

(S20) 現在光ビームが通過するゾーンに隣接するゾーンの番号 Z_n を求め、各ゾーン1周のセクタ数を格納するテーブルSCT_TABLEからそのゾーン Z_n のセクタ数 N_{cnt} を求める。

【0091】

(S21) 各ゾーン1周のID数を格納するテーブルID_TABLEからそのゾーン Z_n の1周のID数 N_{id} を求める。

【0092】

(S22) 1つのID部に対するセクタ数 N_{int} を、下記式(4)で計算する。そして、隣接ゾーン Z_n のID部の周期 TL を、媒体回転数 R 、 N_{cnt} 、 N_{int} から下記(5)式で計算する。これを学習制御部5-1にセットする。

【0093】

$$N_{int} = N_{cnt} / N_{id} \quad (4)$$

$$TL = 60 \cdot N_{int} / (N_{cnt} \cdot R) \quad (5)$$

このように、1周のセクタ数とID部の数が異なっても、隣接ゾーンのIDピットノイズの周期を、予めわかっているセクタの数、ID数とその時点での媒体回転数から計算することによって、隣接ゾーンのIDピットノイズを学習するための同期タイミングを作成することができる。

【0094】

前述の図2(B)及び図4のランド/グループ記録媒体では、2セクタに1つのID部を設けているので、これを適用できる。尚、ランドにフォーカスを合わせる場合には、フォーカスを外れたグループのID部が、ノイズとして観測されないため、2セクタ周期に設定すれば良い。

【0095】

例えば、図3で示した光磁気ディスク101において、ゾーン2の外側を追従中に、ゾーン1内側のIDピットノイズの同期タイミングを計算する例で具体的に説明する。

【0096】

この例では、ゾーン1における媒体1周中のセクター数が「50」、媒体回転数が3600rpmであるとする。ID部が全てのセクタにある場合、式(3)より同期タイミングTLは、 $60 / (50 \times 3600) = 3.33 \times 10^{-4} \text{ sec}$ となる。したがって、 $3.33 \times 10^{-4} \text{ sec}$ の同期タイミングで、学習を行うことにより、ゾーン1のIDピットノイズを抑制することが可能となる。

【0097】

IDが全てのセクタになく、2つのセクタに1つのIDしかない場合は、式(5)により、同期タイミングTLは、 $60 / (50 \times 3600) \times 2 = 6.66 \times 10^{-4} \text{ sec}$ 、3つのセクタに1つのIDしかない場合は、 $60 / (50 \times 3600) \times 3 = 9.99 \times 10^{-4} \text{ sec}$ で同期タイミングを取ればよい。

【0098】

このフィードバック制御部5-1、学習制御部5-2、比例ゲイン乗算部5-4、加算部5-3、5-5は、DSP等のプロセッサでインプリメントされる。

【0099】

[学習制御部]

次に、図8の学習制御部5-2の一例を、図14、図15により説明する。図14は、図8の学習制御部5-2の機能ブロック図である。図14において、学習制御部5-2は、制御部92、サンプル処理部94、近似関数演算部96、リングバッファメモリ98、及びフィードフォワード出力部（以下「FF出力部」という）91を備える。

【0100】

制御部92には、クロック信号E1と前述の設定周期に同期して得られるインデックス信号E2が入力している。学習制御部5-2内での具体的処理は、関数近似の時間分解能を与える周期TLとは独立に、それより短い任意の周期Ts毎に逐次実行される。本実施例では、Tsは、フィードバック制御系のサンプル周

期と同一周期であり、サンプル周期で実行されるものとする。

【0101】

学習モードは、学習則に従って周期性外乱補償信号の近似関数となる学習制御信号を学習（更新）しながら、逐次最新の学習結果を設定周期に同期して出力し、フィードバック制御系から周期性ノイズを除去する。

【0102】

このため、制御部 9 2 は、サンプル処理部 9 4、近似関数演算部 9 6、リングバッファメモリ 9 8、FF 出力部 9 1 を動作し、後述する学習則により、近似関数演算部 9 6 の演算結果は、リングバッファメモリ 9 8 の対応するメモリセルで積分され、同時に、FF 出力部 9 1 が同じく対応するリングバッファメモリ 9 8 のメモリセルの演算結果を読み出し、図 8 の加算器 5 - 3 によりフィードバック指令値から減算する。

【0103】

本実施例では、フィードバック制御部 5 - 1 と学習制御部 5 - 2 のサンプル周期を同一周期 T_s としているので、一連の学習処理を、 T_s 毎に実行することになる。これらの処理は、最近ではすべてデジタル演算によって行われることが一般的であり、例えば固定小数点 DSP 5 上のファームウェアで実現される。

【0104】

学習処理は、リングバッファメモリ 9 8 の更新処理と学習結果出力処理である。更新処理は、図 1 4 の近似関数演算部 9 6 が、インデックス信号 E_2 が得られたときの時間 $t = 0$ から次にインデックス信号 E_2 が得られるまでの周期 T_L 中の時間経過について、学習アルゴリズムにより更新するメモリセル番号（セルアドレス i ）を算出し、リングバッファメモリ 9 8 内の算出されたメモリアドレスに格納されている値を読み出し、サンプル処理部 9 4 の出力値を用いて前記読み出し値の更新演算を行い、更新結果を再び元のメモリセルに書き込む。

【0105】

学習結果出力処理は、学習出力対象となるメモリセル番号の選択、学習制御出力値 I_1 の演算、出力値の出力を行う。即ち、制御部 9 2 は、リングバッファメモリ 9 8 と FF 出力部 9 1 を動作し、設定周期ごとに得られるインデックス信号

E 2 に同期して、更新モードにおけるサンプリング周期 T_s と同じ読出周期でリングバッファメモリ 9 8 の各メモリセルに格納されている学習結果としての学習制御信号を読み出し、F F 出力部 9 1 より出力値を計算し、図 8 の加算器 5 - 3 に出力する。この F F 出力部 9 1 で、読み出し信号の線形補間を行い、周期 T_s 毎の出力値を演算する。このため、滑らかな出力が得られる。

【0 1 0 6】

この学習処理の詳細を、図 1 5 により説明する。

【0 1 0 7】

①学習アルゴリズムにより更新する対象メモリセル番号の選択

ディスク回転に同期した時刻 t ($0 \leq t < T_L$, T_L は設定周期) に基づいて、学習アルゴリズムにより更新する対象となるメモリセルを選択する。時刻 t はディスク設定周期毎に初期化されるタイマによって計時され、該タイマを読み出すことによって得る。

【0 1 0 8】

学習結果は、図 1 5 のような長さ N のリングバッファ 9 8 に格納される。図 1 5 は、各メモリセルと時刻 t との関係を模式的に示している。図のように N 個のメモリセルが、設定周期 T_L の時間に、等時間間隔 T で割り当てられている。○印は、一連のフィードバック制御演算および学習制御演算を行うサンプリング周期 T_s を示している。

【0 1 0 9】

タイマより読み出した時刻 t に基づき、例えば、下記の演算を行うことによって、更新対象となるメモリセル番号 i_u (図 1 5 では、 c^i の添え字 i の番号に相当) を選択する。

【0 1 1 0】

$$i_u = \text{floor}(t/T) \quad (6)$$

ただし、 $\text{floor}(x)$ 関数は、引数 x と等しいかそれより小さい最大の整数値を示す。例えば () 内の引数 x が ($0 \leq x < 1.0$) であった場合には、 $\text{floor}(x) = 0$ となる。また () 内の引数 x が ($1.0 \leq x < 2.0$) であった場合には、 $\text{floor}(x) = 1$ となる。時刻 t は設定周期ごとに得ら

れるインデックス信号によりリセットされ、従って $0 \leq t < T_L$ の値をもつ。

【0111】

従って、図15に示すように、現在時刻 t にしたがって、時間 T 毎のメモリセルが順次選択される。即ち、(6)式によって選択されたメモリセルに格納されている値 c^{iu} のみが、次の②の学習則によって更新される。その他のメモリセルに含まれる値は更新されない。

【0112】

②対象メモリセルの更新（学習）

(6)式で選択されたメモリセル番号 iu に格納されている値 c^{iu} を、(7)式のように更新する。

【0113】

$$c^{iu}(N) = c^{iu}(L) + K_l \cdot T_s \cdot IFB \quad (7)$$

ただし、 $c^{iu}(L)$ は、更新する前の値、 $c^{iu}(N)$ は、更新後の値を示し、メモリセル番号 iu のメモリセルには、更新後の値 $c^{iu}(N)$ が書き込まれる。また、 K_l は学習ゲイン、 T_s はサンプル周期である。

【0114】

③出力対象となるメモリセル番号の選択及び出力

前述の(6)式のように出力対象セルのメモリセル番号 io を決定し、メモリセル番号 io のメモリセルの値を出力する。

【0115】

このようにして学習された隣接ゾーンのIDピットノイズは、例えば、図10に示す波形となる。尚、図10は、IDピットノイズと学習結果の関係が判りやすいように、図20の実施の形態であるフィードバックコントローラ5-1の前段に、学習制御部5-2を設け、観測位置誤差信号を直接観測するシステムにおけるIDピットノイズの学習波形を示す。

【0116】

[他の実施の形態]

図16は、本発明の他の実施の形態の学習周期設定処理フロー図、図17は、その動作説明図である。

【 0 1 1 7 】

図 1 7 に示すように、トラック追従中ゾーン（ゾーン 2）に隣接する複数のゾーン（ゾーン 1、3）が存在する場合には、同一ゾーン 2 内の外周側・内周側で隣接するゾーンが異なるため、ゾーンエリアの中央を境界にして学習の同期タイミングを変更する。すなわち、ゾーンエリアの中央から内側の部分を追従している場合には内側に隣接するゾーン 3 のセクタ数をもとに、同期タイミングを計算し、逆にゾーンエリアの中央から外側の部分を追従している場合には外側に隣接するゾーン 1 のセクタ数をもとに同期タイミングを計算する。

【 0 1 1 8 】

図 1 6 では、先ず、前述の図 1 2 又は図 1 3 の処理により、内周側の同期タイミング T L 1 と外周側の同期タイミング T L 0 を計算する（S 3 0）。次に、現在追従中の光ビームのトラック位置が、ゾーンの中央境界から内周側かを判定し、内周側なら、同期タイミング T L に内周側同期タイミング T L 1 を設定する（S 3 1）。一方、内周側でないなら、同期タイミング T L に外周側同期タイミング T L 0 を設定する（S 3 2）。

【 0 1 1 9 】

図 1 8 は、本発明の別の実施の形態の学習周期設定処理フロー図、図 1 9 は、その動作説明図である。

【 0 1 2 0 】

シークによって他の場所から移動してきた場合は、移動先の場所（ゾーン、トラック）が予めわかるため、その場所に応じた同期のタイミングを、図 1 7、図 1 8 により得ることができる。

【 0 1 2 1 】

しかし、図 1 9 の矢印に示すように、同一ゾーン 2 内の外周から内周（又は内周から外周）にかけて連続してデータ読出し又は書込み又は消去動作を行う場合には、途中でシーク動作が入らないため、ゾーンの中央境界やゾーン境界を越えたかどうかを判別していないから、隣接ゾーンにあった同期タイミングの設定ができない。

【 0 1 2 2 】

この問題を解決するために、図18に示すように、シーク動作を終了した時点で、シークしたトラック追従開始時のゾーン位置（ゾーン先頭及び最終トラック番号 N_{st} 、 N_{ed} ）をセットし（S40）、シーク実行でない場合には、ディスク媒体1回転毎に、現在トラック番号 N_{trk} をカウントアップする（S41）。そして、 $((N_{ed} - N_{st}) / 2 + N_{st})$ を計算し、ゾーンの中央トラック番号を求め、現在トラック番号 N_{trk} が中央トラック番号より大きいと、ゾーンの中央を越えたと判定し、設定周期 TL を図16のように、再計算する（S42）。これにより、ゾーン中央部を越えたことを検出し、学習の同期タイミング TL を変更する。

【0123】

同様に、シーク実行でない場合には、ディスク媒体1回転毎に、現在トラック番号 N_{trk} をカウントアップする（S43）。そして、現在トラック番号 N_{trk} がゾーンの最終トラック番号 N_{ed} より大きいと、ゾーンの境界を越えたと判定し、設定周期 TL を図12及び図16のように、再計算し、ゾーンを（ゾーン+1）に更新する（S44）。これにより、ゾーン境界を越えたことを検出し、学習の同期タイミング TL を変更する。

【0124】

尚、この説明では、先頭トラックアドレスは、光ディスク媒体101の外周側である。このように、同一ゾーン内でシークせずスパイラルにトラック追従している場合に、ゾーンエリアの中央又はゾーン境界を越えたかを検出するため、学習の同期タイミングを変更することができる。

【0125】

図20は、本発明の他の実施の形態のフィードバック制御系のブロック図である。図20は、図1のデジタル制御装置5のトラックサーボ制御機構のフィードバック制御系を示し、この実施形態にあつては、フィードバック制御部5-1の入力側に、学習制御部5-2を設けている。

【0126】

即ち、トラックサーボ機構のフィードバック制御系は、フィードバック制御部5-1、学習制御部5-2、加算器5-3、5-5、比例ゲイン乗算部5-4で

構成され、学習制御部 5-2、加算器 5-3、5-5、比例ゲイン乗算部 5-4 が、フィードバック制御部 5-1 の入力側に設けられる。

【0127】

観測位置誤差信号（トラッキングエラー信号 T E S）は、トラック追従時には、媒体 101 の偏心等による外乱からアクチュエータの変位を差し引いた実際の位置誤差に、前述の I D 部による周期性ノイズを加算した信号波形である。

【0128】

学習制御部 5-2 は、観測位置誤差信号を入力とし、未知の駆動電流関数の近似関数である学習制御信号を学習則により獲得する。本発明では、学習制御部 5-2 をノイズの周期で動作させ、ノイズの周期に同期した信号波形を学習して、ノイズの波形を同定する。そして、加算器 5-3 は、観測位置誤差信号から学習結果を差し引き、制御ループからその信号を除去する。比例ゲイン乗算器 5-4、加算器 5-5 の動作は、前述の図 8、図 9 の実施の形態のものと同一である。

【0129】

フィードバック制御部 5-1 は、ノイズが除去された観測位置誤差信号をトラッキングエラー信号 T E S として受け、トラッキングエラー信号 T E S が零となる、即ち光ビームのトラックセンタに対するずれ量をなくすように、キャリッジ駆動部 6 によりキャリッジ（アクチュエータ）105 を移動するフィードバック指令値 I F B を計算する。

【0130】

この実施の形態でも、同様に、周期性ノイズが加わっても、制御ループから除去することができ、周期性ノイズによるアクチュエータの振れを防止でき、安定なトラック追従動作が可能となる。即ち、位置決め制御系に周期的なノイズが加わる場合に、ノイズの周期に同期した信号波形を学習することで、ノイズの波形を同定し、その信号を制御ループから除去することによって、ノイズの影響を軽減している。

【0131】

又、フィードバックコントローラ 5-1 への入力である位置誤差信号に適用することで、ノイズによる位置誤差の増加を抑制すると同時に、ノイズをある程度

除去した比較的正確な位置誤差信号を得る。

【 0 1 3 2 】

光ディスクでは、目標トラックの隣のトラックへの書き込みや読み込みを防ぐために、位置誤差信号がある一定値を超えたときは書き込み／読み込みを中断するデトラック検出機能を搭載している。しかし、位置誤差信号に大きなノイズがある場合、実際の誤差と観測される信号との間に差ができるため、本来ならば中断する必要がないのにもかかわらず中断をしなければならなかったり、逆に中断すべきであるのに中断されなかったりすることがある。

【 0 1 3 3 】

この実施の形態では、ノイズを除去した比較的正確な位置誤差信号を得ることで、書き込み／読み込みを中断する判断を正確に行うことができる。

【 0 1 3 4 】

図 2 1 は、本発明の別の実施の形態のフィードバック制御部のブロック図、図 2 2 は、その動作説明図、図 2 3 は、図 2 1 の学習制御部の学習結果出力動作説明図である。

【 0 1 3 5 】

図 8、図 2 0 の実施の形態では、周期性ノイズ信号成分を完全に学習し、周期性ノイズ信号成分を制御ループから排除して、アクチュエータが振られることを防止するものであった。この実施の形態では、周期性パルス状ノイズをアクチュエータの動作によってある程度キャンセルすることで、IDピットノイズによるアクチュエータの振れを緩和するものである。

【 0 1 3 6 】

即ち、前述の特開 2 0 0 0 - 3 3 2 7 9 2 号公報と同じ学習方法で、IDピットノイズを学習して、フィードフォワード制御を行った場合には、図 2 2 のように、学習前から学習が進行し、学習完了時には、IDピットノイズを打ち消すようにアクチュエータが動作し、フィードバックコントローラ 5 - 1 に入力される位置誤差信号が減少する。

【 0 1 3 7 】

図 2 2 は、学習前と、学習中と、学習完了時における IDピットノイズ、フィ

ードバックコントローラ 5-1 の出力、学習制御部 5-2 の出力、実際の位置誤差、観測される位置誤差信号の遷移を示す。前述の公報の学習制御では、一定周期のノイズを学習し、学習結果を Δt だけ進んで出力する。これにより、学習結果により、ノイズを打ち消すように、移動するため、実際の位置誤差が増え、観測される位置誤差は減少する。しかし、IDピットノイズは、実際の位置誤差ではなく、見かけ上の誤差であるため、このように、学習を完了させると、観測される誤差は減少するものの、実際の位置誤差は増えることになる。

【 0 1 3 8 】

図 2 2 に示すように、前述の学習中に、位置誤差が最小になるポイントがあり、この学習途中で学習制御を収束させることで、ノイズに対する位置誤差を最小にできる。この実施の形態では、図 8 の実施の形態と同様に、学習制御部 5-2 への入力から学習結果をひくことにより、完全に学習が終了する前に学習結果を収束させ、学習結果をフィードフォワード出力する。これにより、アクチュエータの動作で IDピットノイズを半分程度キャンセルすることで、IDピットノイズ後のアクチュエータの振られを抑制し、実際の位置誤差のピーク値を減少させる。

【 0 1 3 9 】

図 2 1 により具体的に説明する。図 2 1 は、図 1 のデジタル制御装置 5 のトラックサーボ制御機構のフィードバック制御系を示し、この実施形態にあっては、フィードバック制御部とアクチュエータ（キャリッジ）のキャリッジ駆動部との間に学習制御部を設けている。

【 0 1 4 0 】

図 2 1 において、トラックサーボ機構のフィードバック制御系は、フィードバック制御部 5-1、学習制御部 5-2、加算器 5-5、5-6、比例ゲイン乗算部 5-4 で構成される。

【 0 1 4 1 】

フィードバック制御部 5-1 に入力される観測される位置誤差信号（トラッキングエラー信号 T E S）は、トラック追従時には、媒体 1 0 1 の偏心等による外乱からアクチュエータの変位を差し引いた実際の位置誤差に、前述の ID部によ

る周期性ノイズを加算した信号波形である。

【0142】

フィードバック制御部5-1は、トラッキングエラー信号TESを受け、トラッキングエラー信号TESが零となる、即ち光ビームのトラックセンタに対するずれ量をなくすように、キャリッジ駆動部6によりキャリッジ（アクチュエータ）105を移動するフィードバック指令値IFBを計算する。

【0143】

フィードバック制御部5-1は、例えば、周知の状態方程式による演算やPID演算により制御信号IFBを計算し、この制御信号IFBは、キャリッジ駆動部6へのフィードバック電流指令値となる。

【0144】

学習制御部5-2は、フィードバック制御部5-1から出力されたフィードバック電流指令値としての制御信号IFBを入力とし、未知の駆動電流関数の近似関数である学習制御信号を学習則により獲得する。本発明では、学習制御部5-2をノイズの周期で動作させ、ノイズの周期に同期した信号波形を学習して、ノイズの波形を同定する。そして、加算器5-6は、フィードバック指令値IFBに学習結果を足し、フィードフォワード制御する。

【0145】

このIDピットノイズは、実際の位置誤差ではなく、見かけ上の誤差であるため、このような動作をさせると、観測される誤差は減少するものの、実際の誤差は増えることになる。

【0146】

この実施の形態では、図8の実施の形態と同様に、学習制御部5-2の学習結果に比例ゲイン乗算部5-4で比例ゲインを乗じて、学習制御部5-2の入力にフィードバックして、加算器5-5で入力IFBから引く。これにより、完全に学習が終了する前に学習結果を収束させ、学習結果をフィードフォワード出力する。

【0147】

即ち、比例ゲイン乗算部5-4と、加算器5-5を付与し、学習制御部5-2

の出力（学習結果）に比例ゲイン乗算部 5-4 で、ゲイン K_c を掛けて、加算器 5-5 で、入力 $IFB(t)$ から乗算結果を引き、学習制御部 5-2 の入力を得るループを設ける。

【0148】

これにより、学習制御部 5-2 の学習が進むにつれて、学習制御部 5-2 の入力信号に含まれる周期成分が減少するようにしている。例えば、ゲイン K_c が「1」であるとする、学習結果 I_1 と入力信号 IFB に含まれる周期成分との振幅比が、1:1 になったときに、学習制御部 5-2 への入力信号から周期成分が除去され、学習が収束することになる。

【0149】

このように、図 22 に示すように、学習制御部 5-2 への入力から学習結果をひき、学習することにより、完全に学習が終了する前に結果を収束させ、フィードフォワード出力するため、アクチュエータの動作で ID ピットノイズを半分程度キャンセルすることで、 ID ピットノイズ後のアクチュエータの振れを抑制し、位置誤差のピーク値を減少させる。

【0150】

この方法でも、制御系の閉ループ特性や感度特性を変化させることなく、周期性ノイズの除去ができるため、追従性能が悪化することを防止できる。また、周期性ノイズの波形が未知関数であっても、周期さえ判れば、ノイズの周期に同期した波形を学習でき、ノイズによるアクチュエータの振れを小さくできる。

【0151】

この場合に、学習制御部 5-2 の FF 出力部 91 は、リングバッファメモリ 98 に格納したそのときの学習結果をフィードバック制御系に出力する際に、制御対象の位相遅れ等の時間遅れを考慮し、時間的に進んだ学習結果をフィードフォワード出力する。

【0152】

この時間的に進んだ学習結果のフィードフォワード出力のために、いわゆる位相進みフィルタ等を使用する必要はない。学習制御部 5-2 では、時間 t に対応して周期性ノイズの電流パターンを管理しているため、制御対象の位相遅れを考

慮した進み時間に対応してメモリセルを選択して、そのときの学習結果を出力すればよい。

【0153】

このように学習結果のフィードフォワード出力について進み補償を行うことにより、進み補償を行っていない場合の応答波形が振動的になってしまうことを防止し、安定した学習結果を得ることができる。

【0154】

この時間的に進んだ学習結果を出力するFF出力部91の動作を、図23で説明する。先に述べたように学習結果の出力にあたっては、学習の収束の安定性を確保するために進み時間補償 Δt_1 を加味して、(8)式のように出力対象セルのメモリセル番号 i_o を決定する。

【0155】

$$i_o = \text{floor}((t + \Delta t_1) / T) \quad (8)$$

次に、線形補間するため、このメモリセルの隣のメモリセルも選択する。 Δt_1 を加算しているため、(8)式の i_o は $N-1$ 以上になることがある。その場合には、リングバッファ98の先頭に戻って該当するメモリセルを選択する。

【0156】

従って、選択される2つのメモリセル番号 i_{o1} 、 i_{o2} は、以下の(9)式で表される。

【0157】

$$\begin{aligned} \text{if } i_o \leq N-2 \quad & \text{then } i_{o1} = i_o, i_{o2} = i_o + 1 \\ \text{if } i_o = N-1 \quad & \text{then } i_{o1} = N-1, i_{o2} = 0 \\ \text{if } i_o \geq N \quad & \text{then } i_{o1} = i_o - N, i_{o2} = i_{o1} + 1 \end{aligned} \quad (9)$$

線形補間することで階段状の出力が回避され、特にメモリ長を少なくした時に効果がある。学習結果の出力において、連続する二つのメモリセルを線形補間することによって、従来法での階段状の出力による不連続出力による不具合を回避できる。

【0158】

図23は、図15と同一の制御サンプル時刻における出力対象セルの選択を示

す模式図である。図 2 3 では、進み時間補償 Δt_1 を加味しているため、次のセル c^{n+1} が選択されている。ただし、 $\Delta t_1 < T$ に設計された場合（例えば分割数 N を減らした場合には、 T はそれに反比例して大きくなる）には、制御サンプルのタイミングによって、学習対象となるセルと出力対象となるセルが同一になる場合もある。

【0159】

〔実施例〕

本発明の実施例として、図 2 4 に示す周波数応答特性（周波数対ゲイン、位相特性）をもつ 1 段トラッキング機構（図 1 参照）105 と、図 2 5 に示す周波数応答特性（周波数対ゲイン、位相特性）をもつフィードバックコントローラ 5-1 とで構成される光磁気ディスクのトラッキング制御系に、ID ピットノイズのようなパルス状のノイズを印加したシミュレーションを行った。

【0160】

この実施例では、パルスノイズの周期が 1.5 kHz、学習の周期も同じ 1.5 kHz、学習の分割数 N は「47」、コントローラ 5-1 のサンプリング周波数は 70 kHz とした。実施例のシミュレーションは、MathWorks 社製ソフトウェア MATLAB/SIMULINK を用いて行った。

【0161】

実施例 1：図 8 の構成において、学習制御部 5-2 への入力から学習結果を引くときにかかるゲイン K_c は「1.8」とした。 K_c を変えることで、ノイズの減衰効果を調整できる。

【0162】

実施例 1 のシミュレーション結果（時間対位置誤差＝ランアウト量）を図 2 6 に示す。また、比較のため、ID ピットノイズに対する対策を何も行わなかった場合のシミュレーション結果を図 2 7 に示す。図 2 6、図 2 7 の破線は、観測される位置誤差信号、実線は実際の位置誤差である。

【0163】

観測される位置誤差信号には、実際の位置誤差にはないパルス状のノイズが、1.5 kHz の周期で現れており、その後実際の位置誤差、観測される位置誤差信

号が共に大きくなっていることがわかる。シミュレーションではノイズによる影響が明確になるように外乱を加えていないため、位置誤差を引き起こす原因は全てノイズによる振られである。図 2 6 と図 2 7 とを比較すると、本発明の学習によるノイズの同定の効果により、実際の位置誤差が半分程度に減少していることがわかる。

【 0 1 6 4 】

また、図 2 8 に、実施例 1 のアクチュエータ駆動信号のシミュレーション結果を示す。図の実線は、コントローラ出力から学習結果を引いた信号、破線がコントローラ出力、点線が学習結果である。コントローラ出力から学習結果を引くことで、最終的な駆動信号（実線）が小さくなり、ノイズによるアクチュエータの振られが減少したことがわかる。

【 0 1 6 5 】

実施例 2：図 2 0 のフィードバック制御系において、実施例 1 と同一のパラメータでシミュレーションを行った。実施例 2 のシミュレーション結果（時間対位置誤差＝ランアウト量）を図 2 9 に示す。図 2 9 の破線は、観測される位置誤差信号、実線は実際の位置誤差である。

【 0 1 6 6 】

観測される位置誤差信号には、実際の位置誤差にはないパルス状のノイズが、
1. 5 kHz の周期で現れており、その後実際の位置誤差、観測される位置誤差信号が共に大きくなっていることがわかる。シミュレーションではノイズによる影響が明確になるように外乱を加えていないため、位置誤差を引き起こす原因は全てノイズによる振られである。図 2 9 でも、実施例 1 と同様に、本発明の学習によるノイズの同定の効果により、実際の位置誤差が半分程度に減少していることがわかる。

【 0 1 6 7 】

また、図 3 0 に、実施例 2 の位置誤差信号と学習結果のシミュレーション結果を示す。図の実線は、観測位置誤差から学習結果を引いた信号、破線が観測位置誤差、点線が学習結果である。図 3 0 より、観測される位置誤差信号から学習結果を引くことにより、ノイズを半分以下に抑制していることがわかる。この信号

を使用することで、より正確なデトラック検出が可能となる。

【0168】

実施例3：図21の構成において、パラメータを実施例1と同じにして、シミュレーションを行った。実施例1と異なる点は、学習結果を制御系から引かずに足し合わせていること、学習結果を出力する際に、所定時間だけ早めて出力すること、学習制御部への入力から学習結果を引くときにかかるゲイン K_c を実施例1よりも小さい「1.1」としていることである。

【0169】

実施例3のシミュレーション結果を図31に示す。図31から、ノイズ1周期の間に、実際の位置誤差（実線）が大きくなる部分が2回あることがわかる。学習結果をループに足し合わせることによって、1つ目の誤差増加が起こり、観測される位置誤差信号（破線）に含まれるノイズを4割ほど抑制している。その結果として、ノイズ後のアクチュエータの振られも抑制されるため、実際の位置誤差のピーク値が減少することになる。

【0170】

以上、本発明を、実施の形態で説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを本発明の技術的範囲から排除するものではない。

【0171】

（付記1）レリーフ構造で形成されたID部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックに光ビームを追従するためのトラックサーボ制御方法において、光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの反射光から観測するステップと、前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するステップと、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記ID部の周期に同期した信号波形を学習するステップと、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記ID部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振られを抑制するステップとを有し、前記学習ステップは、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するステップから

なることを特徴とするトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 2 】

（付記 2）前記学習ステップは、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するトラックのゾーンに隣接するゾーンの I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなることを特徴とする付記 1 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 3 】

（付記 3）前記学習ステップは、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するゾーンのトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側である時は、その内側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、外側である時は、その外側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、同期した信号波形を学習するステップからなることを特徴とする付記 2 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 4 】

（付記 4）前記学習ステップは、前記光ビームの追従開始トラック位置により、前記追従するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出するステップを更に有することを特徴とする付記 3 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 5 】

（付記 5）前記学習ステップは、前記光ビームの追従開始トラック位置と前記追従開始からの前記光ディスクの回転数により、前記追従するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出するステップを更に有することを特徴とする付記 3 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 6 】

（付記 6）前記抑制ステップは、前記学習結果を前記フィードバック制御系の信号から差し引くステップからなることを特徴とする付記 1 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 7 】

（付記 7）前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号

波形を学習するステップからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の指令値から前記学習結果を差し引くステップからなることを特徴とする付記 6 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 8 】

(付記 8) 前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の入力信号を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習するステップからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の入力信号から前記学習結果を差し引くステップからなることを特徴とする付記 6 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 7 9 】

(付記 9) 前記学習ステップは、前記フィードバック制御系の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習して、位相進みした学習結果を出力するステップからなり、前記抑制ステップは、前記フィードバック制御系の指令値に前記学習結果を加えるステップからなることを特徴とする付記 6 のトラックサーボ制御方法。

【 0 1 8 0 】

(付記 1 0) レリーフ構造で形成された I D 部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックに光ビームを追従するためのトラックサーボ制御装置において、前記光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測する検出手段と、前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するフィードバック制御部と、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習し、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記 I D 部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振られを抑制する学習制御部とを有し、前記学習制御部は、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習することを特徴とするトラックサーボ制御装置。

【 0 1 8 1 】

(付記 1 1) 前記学習制御部は、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区

切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するトラックのゾーンに隣接するゾーンの I D 部の周期に同期した信号波形を学習することを特徴とする付記 10 のトラックサーボ制御装置。

【0182】

(付記 12) 前記学習制御部は、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するゾーンのトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側である時は、その内側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、外側である時は、その外側に隣接するゾーンの I D 部の周期に、同期した信号波形を学習することを特徴とする付記 11 のトラックサーボ制御装置。

【0183】

(付記 13) 前記学習制御部は、前記光ビームの追従開始トラック位置により、前記追従するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出することを特徴とする付記 12 のトラックサーボ制御装置。

【0184】

(付記 14) 前記学習制御部は、前記光ビームの追従開始トラック位置と前記追従開始からの前記光ディスクの回転数により、前記追従するトラックが、追従ゾーンの中心に対し、内側か外側かを検出することを特徴とする付記 13 のトラックサーボ制御装置。

【0185】

(付記 15) 前記学習制御部は、前記学習結果を前記フィードバック制御系の信号から差し引くことを特徴とする付記 10 のトラックサーボ制御装置。

【0186】

(付記 16) 前記学習制御部は、前記フィードバック制御部の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習し、前記フィードバック制御部の指令値から前記学習結果を差し引くことを特徴とする付記 15 のトラックサーボ制御装置。

【0187】

(付記 17) 前記学習制御部は、前記フィードバック制御部の入力信号を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信

号波形を学習し、前記フィードバック制御部の入力信号から前記学習結果を差し引くことを特徴とする付記 1 5 のトラックサーボ制御装置。

【 0 1 8 8 】

(付記 1 8) 前記学習制御部は、前記フィードバック制御部の指令値を、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習して、位相進みした学習結果を出力し、前記フィードバック制御部の指令値に前記学習結果を加えることを特徴とする付記 1 5 のトラックサーボ制御装置。

【 0 1 8 9 】

(付記 1 9) レリーフ構造で形成された I D 部を持つ複数のセクタで構成されたトラックが形成された光記憶媒体の前記トラックの情報を少なくとも読み出す光記憶装置において、前記光ビームを移動するアクチュエータを有する光学ヘッドと、前記トラックに光ビームが追従するよう前記アクチュエータを制御するためのトラックサーボ制御部とを有し、前記トラックサーボ制御部は、前記光ビームと前記トラックに対する位置誤差を前記光記憶媒体からの戻り光から観測する検出手段と、前記観測された位置誤差に従い、フィードバック制御系により前記光ビームを移動するアクチュエータを制御するフィードバック制御部と、前記観測された位置誤差に基づく信号を入力とし、前記 I D 部の周期に同期した信号波形を学習し、前記学習結果を前記フィードバック制御系に注入して、前記 I D 部の周期に同期した周期性ノイズによる前記アクチュエータの振れを抑制する学習制御部とを有し、前記学習制御部は、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習することを特徴とする光記憶装置。

【 0 1 9 0 】

(付記 2 0) 前記学習制御部は、前記光記憶媒体の前記複数のトラック毎に区切られた複数のゾーンの内、前記光ビームが追従するトラックのゾーンに隣接するゾーンの I D 部の周期に同期した信号波形を学習することを特徴とする付記 1 9 の光記憶装置。

【 0 1 9 1 】

【発明の効果】

本発明では、IDノイズが周期性ノイズであることから、これを学習して、フィードバック制御系に学習結果を注入し、IDノイズによるアクチュエータの振れを抑制する。又、学習すると、IDノイズは、振れを抑制しても、フィードバック制御系からなくならないため、学習が収束しないおそれがある。このため、本発明では、学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するようにして、学習を収束させるものである。

【0192】

このため、周期性IDノイズが加わっても、制御ループから除去することができ、周期性ノイズによるアクチュエータの振れを低減でき、安定なトラック追従動作が可能となる。即ち、位置決め制御系に周期的なノイズが加わる場合に、ノイズの周期に同期した信号波形を学習することで、ノイズの波形を同定し、その信号を制御ループから除去することによって、ノイズの影響を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態の光ディスク装置の構成図である。

【図2】

図1の光ディスク媒体の断面図である。

【図3】

図1の光ディスク媒体のゾーン、ID部、セクタの関係図である。

【図4】

図2のランド／グループ記録媒体のフォーマットの説明図である。

【図5】

図1の光ディスクのIDピットノイズの説明図である。

【図6】

図5のIDピット部とゾーンの説明図である。

【図7】

図4のランド／グループ媒体のトラックの光ビーム追従動作説明図である。

【図8】

図1のトラックサーボ制御系の一実施の形態のブロック図である。

【図 9】

図 8 のフィードバック型学習制御部の説明図である。

【図 1 0】

図 8 の学習制御部の学習原理の説明図である。

【図 1 1】

図 8 の学習制御部の I Dピットノイズ波形の同定動作の説明図である。

【図 1 2】

図 8 の学習制御部の一実施の形態の学習タイミング計算処理フロー図である。

【図 1 3】

図 8 の学習制御部の他の実施の形態の学習タイミング計算処理フロー図である。

【図 1 4】

図 8 の学習制御部の機能ブロック図である。

【図 1 5】

図 1 4 の学習制御部の学習動作の説明図である。

【図 1 6】

図 8 の学習制御部の更に他の実施の形態の学習タイミング計算処理フロー図である。

【図 1 7】

図 1 6 の学習タイミング制御の説明図である。

【図 1 8】

図 8 の学習制御部の更に他の実施の形態の学習タイミング制御処理フロー図である。

【図 1 9】

図 1 8 の学習タイミング制御の説明図である。

【図 2 0】

図 1 のトラックサーボ制御系の他の実施の形態のブロック図である。

【図 2 1】

図 1 のトラックサーボ制御系の更に他の実施の形態のブロック図である。

【図 2 2】

図 2 1 の構成の I D ノイズ抑制動作の説明図である。

【図 2 3】

図 2 1 の学習制御部の学習結果出力動作の説明図である。

【図 2 4】

本発明の実施例の 1 段トラッキング機構の周波数特性図である。

【図 2 5】

本発明の実施例のフィードバックコントローラの周波数特性図である。

【図 2 6】

図 8 の本発明の一実施形態のトラックサーボ機構の位置誤差のシミュレーション結果の説明図である。

【図 2 7】

本発明に対する比較例の位置誤差のシミュレーション結果の説明図である。

【図 2 8】

図 8 の本発明の一実施形態のトラックサーボ機構の駆動信号のシミュレーション結果の説明図である。

【図 2 9】

図 2 0 の本発明の他の実施形態のトラックサーボ機構の位置誤差のシミュレーション結果の説明図である。

【図 3 0】

図 2 0 の本発明の他の実施形態のトラックサーボ機構の位置誤差と学習結果のシミュレーション結果の説明図である。

【図 3 1】

図 2 1 の本発明の更に他の実施形態のトラックサーボ機構の位置誤差のシミュレーション結果の説明図である。

【図 3 2】

従来技術の説明図である。

【図 3 3】

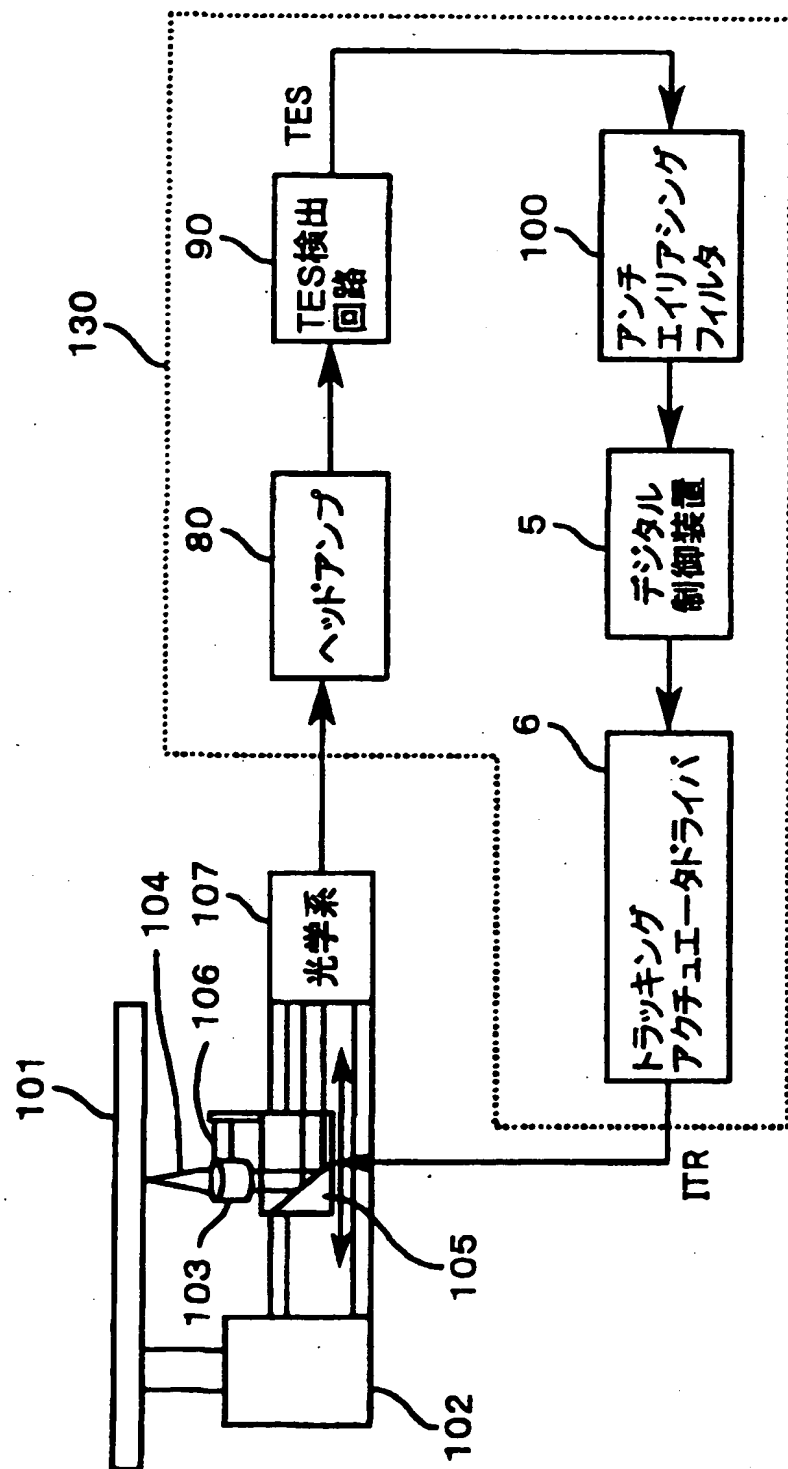
従来技術の I D ピットによる周期性ノイズの説明図である。

【符号の説明】

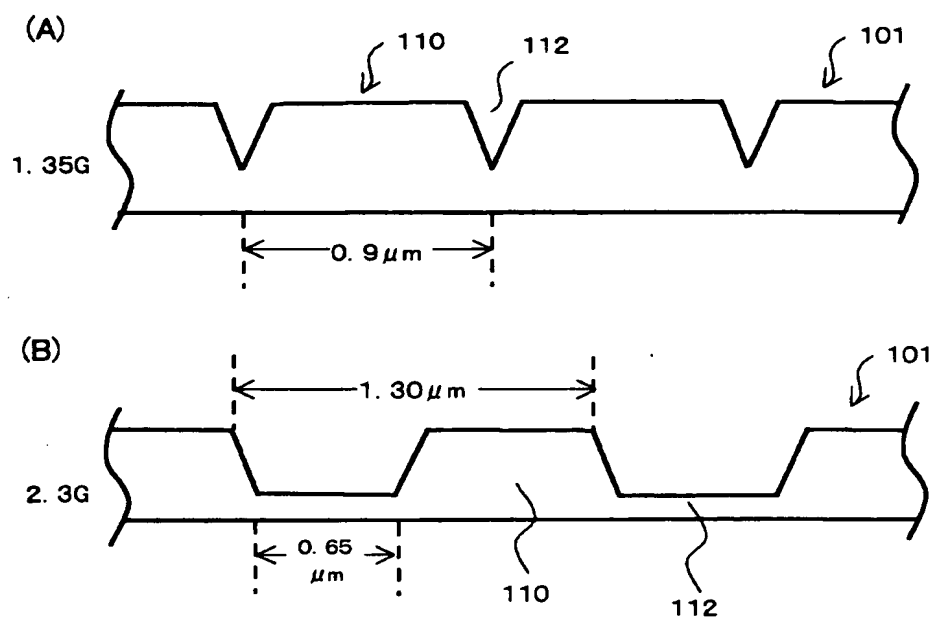
- 5 デジタル制御装置 (D S P)
- 5 - 1 フィードバック制御部
- 5 - 2 学習制御部
- 5 - 3、5 - 5、5 - 6 加算部
- 5 - 4 比例ゲイン乗算部
- 9 0 T E S 検出回路
- 1 0 1 光ディスク媒体
- 1 0 2 スピンドルモータ
- 1 0 3 対物レンズ
- 1 0 4 光ビーム
- 1 0 5 キャリッジ (アクチュエータ)
- 1 0 6 フォーカスアクチュエータ
- 1 1 0、1 1 2 トラック
- 1 1 4 I D 部
- 1 1 6 セクタ
- 1 3 0 トラックサーボ制御機構
- 1 4 0 残留応力部

【書類名】 図面

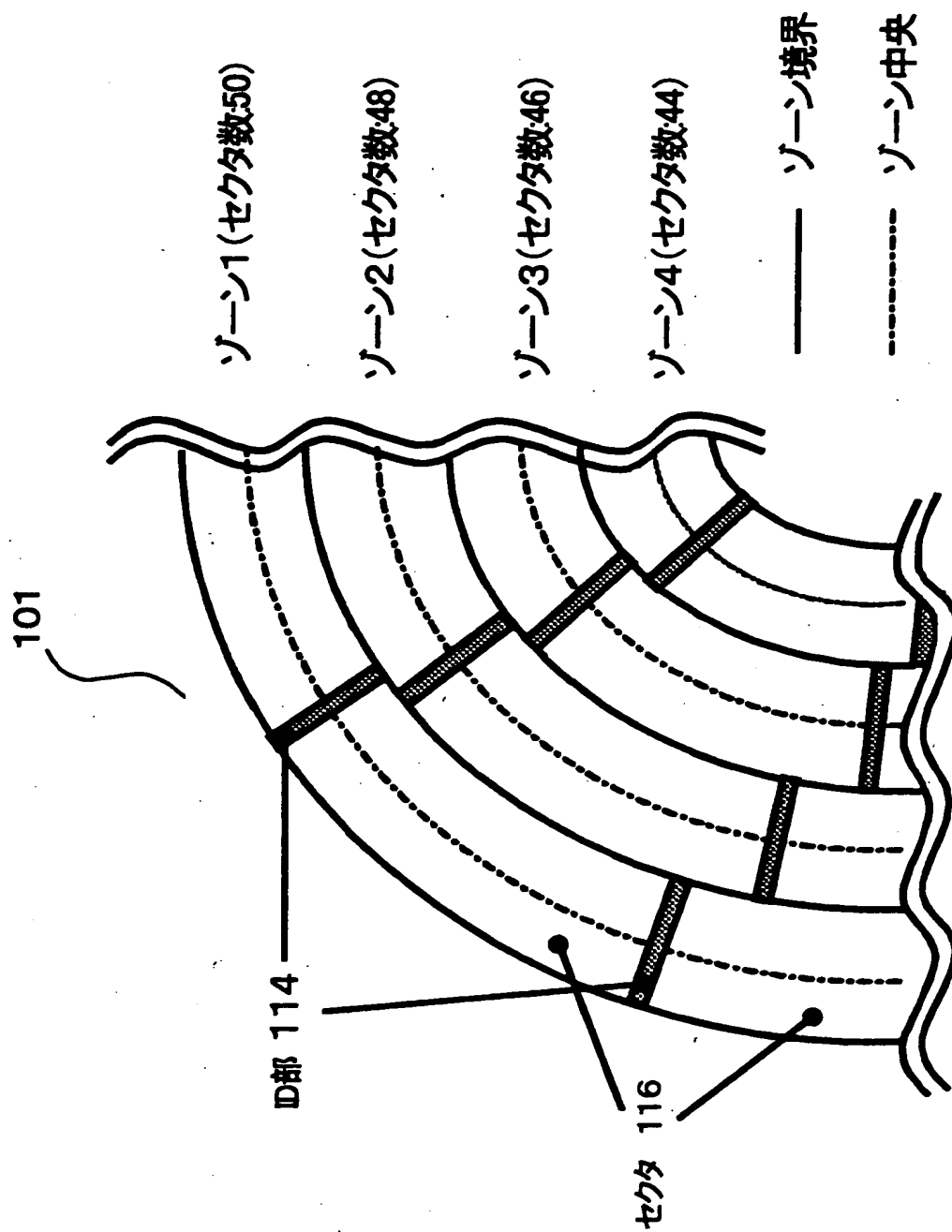
【図 1】



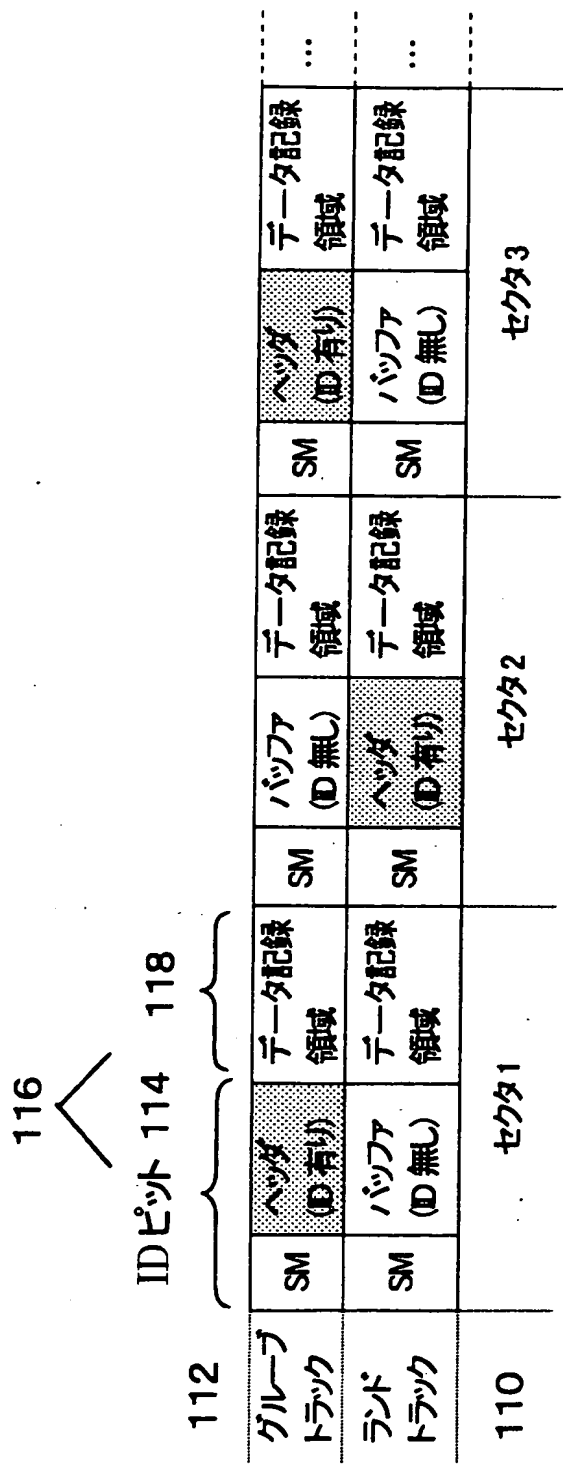
【図 2】



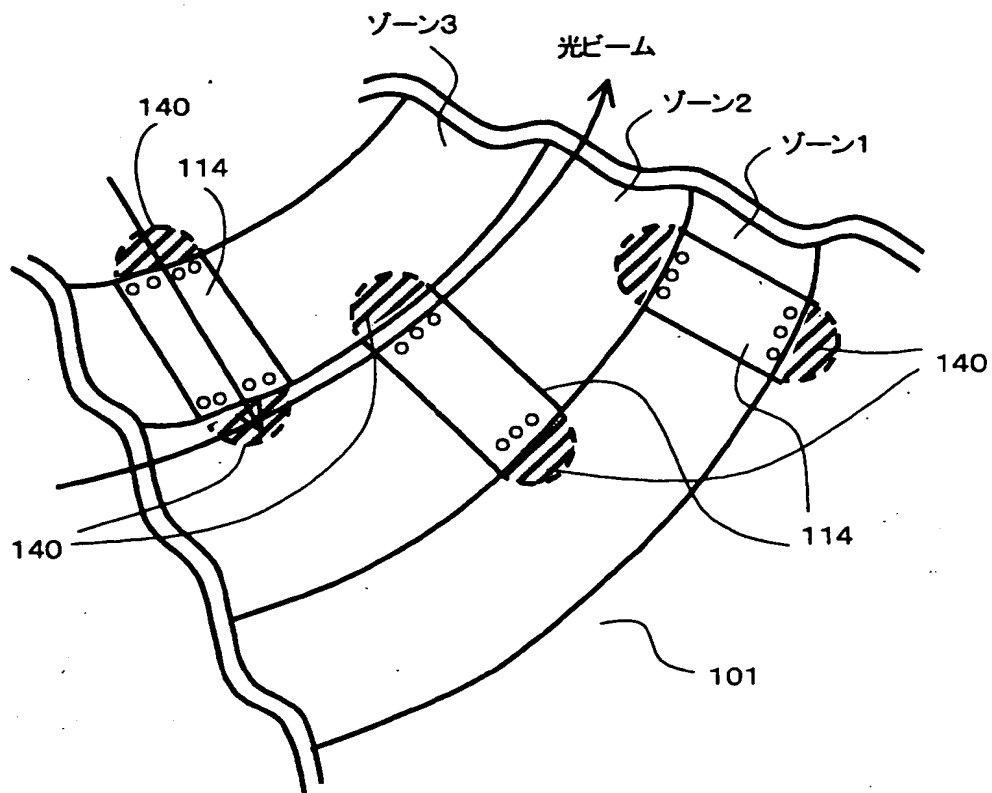
【図3】



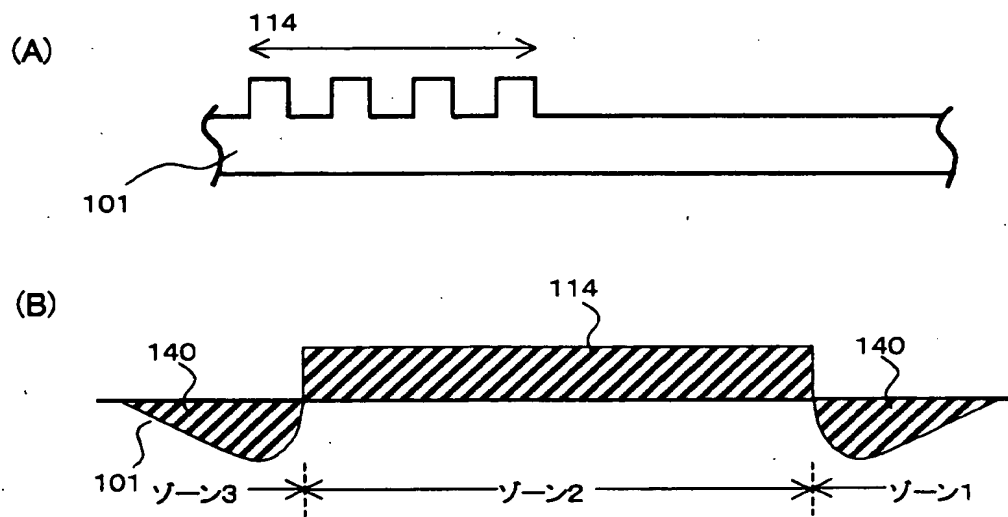
【図 4】



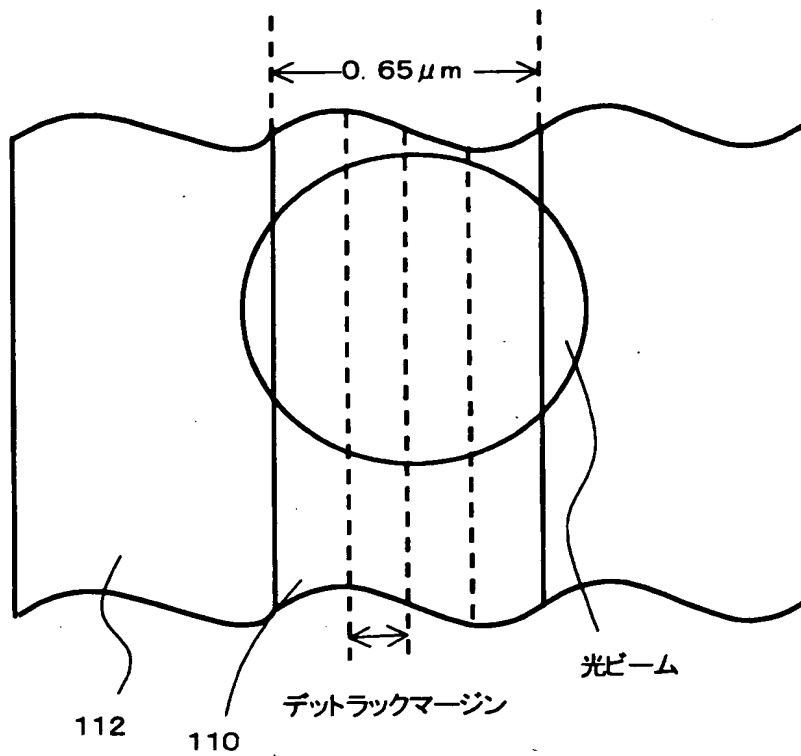
【図5】



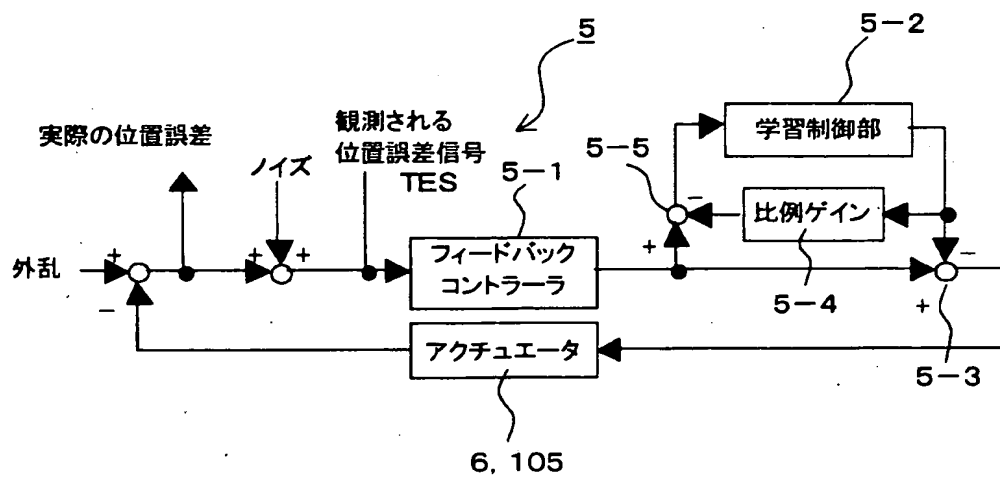
【図6】



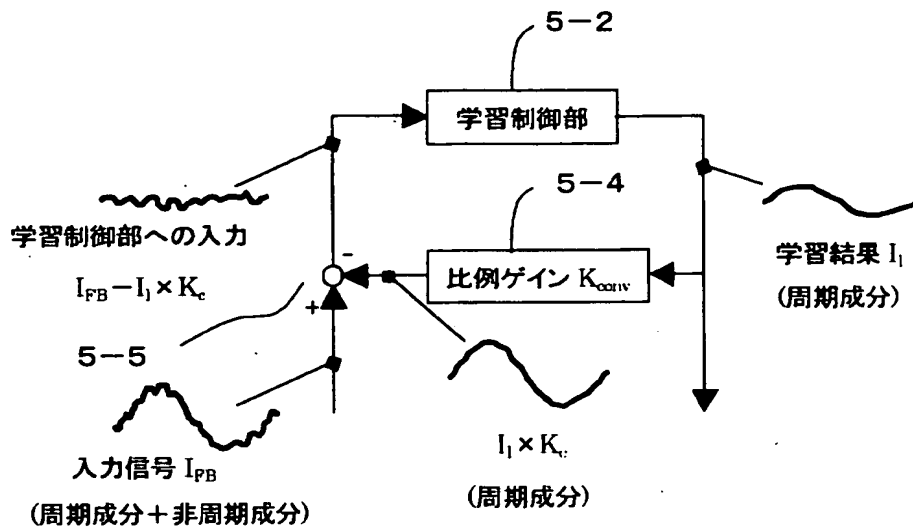
【図 7】



【図 8】

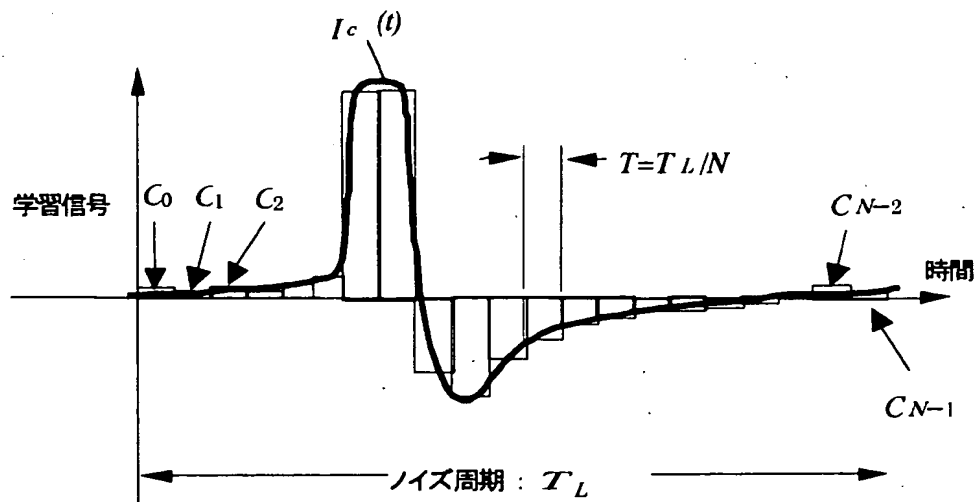


【図 9】

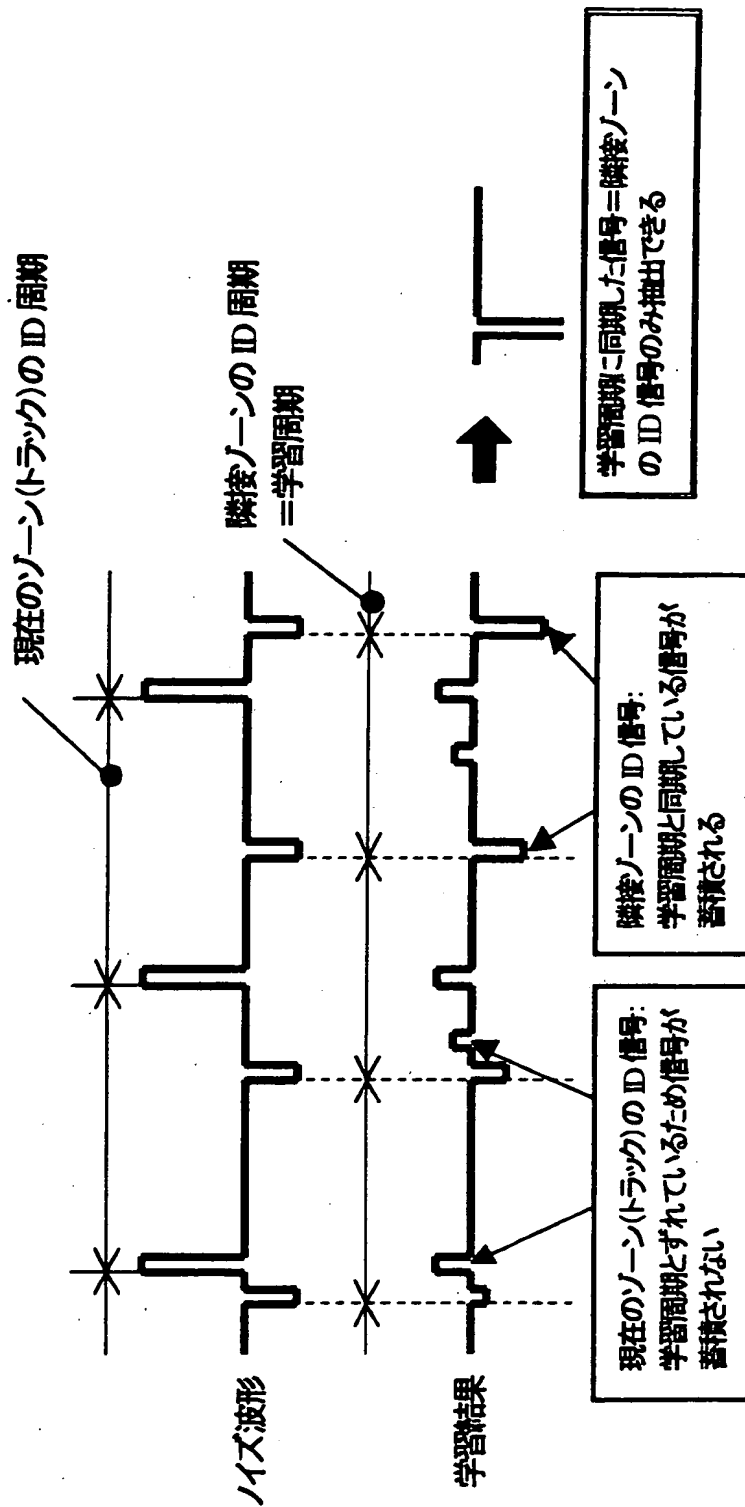


※学習制御部への入力 ($I_{FB} - I_l \times K_c$) が非周期成分のみになった時点で学習結果が収束する

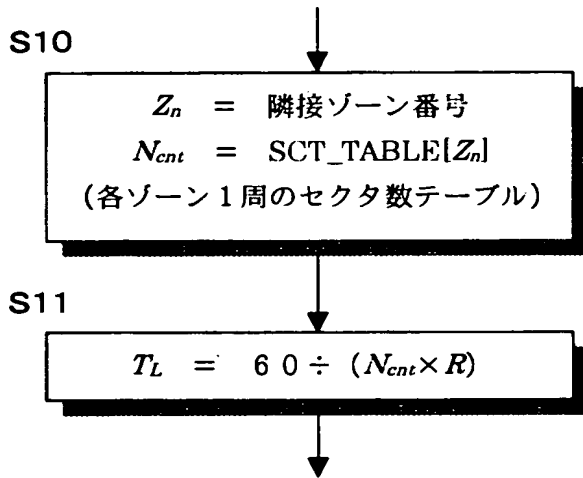
【図 10】



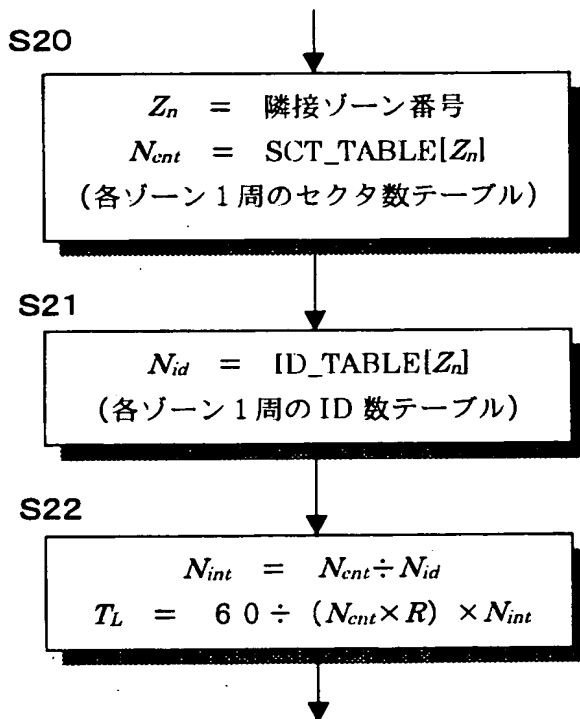
【図 11】



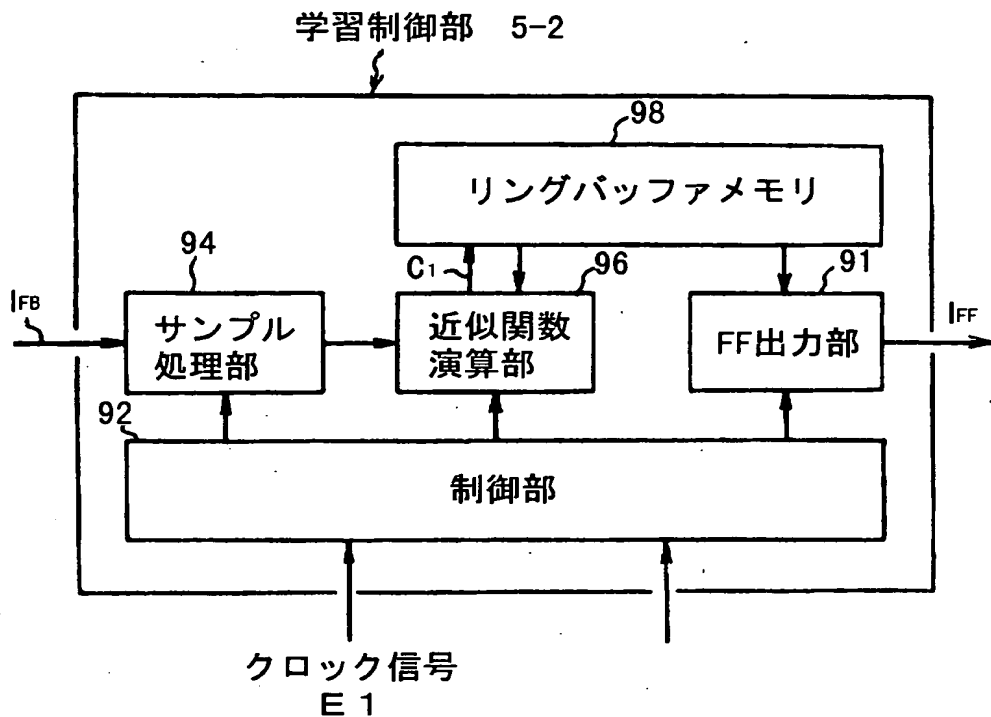
【図 1 2】



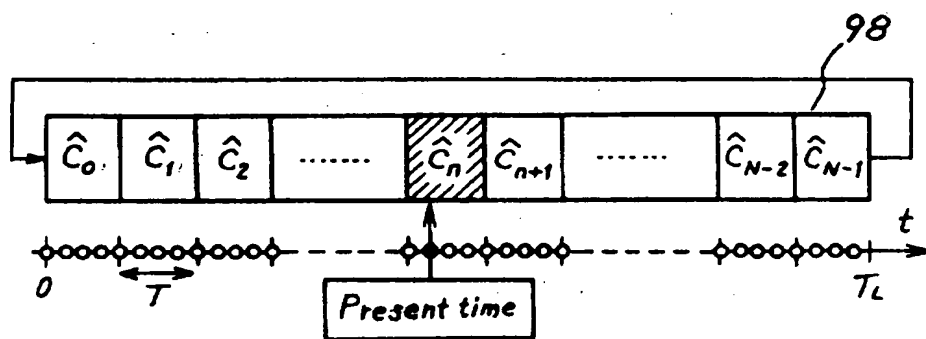
【図 1 3】



【図 14】



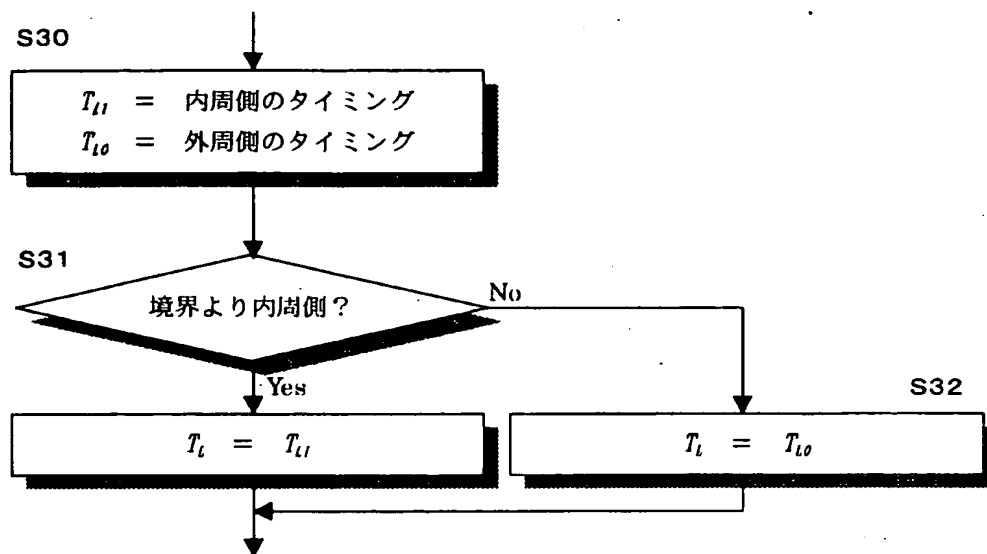
【図 15】



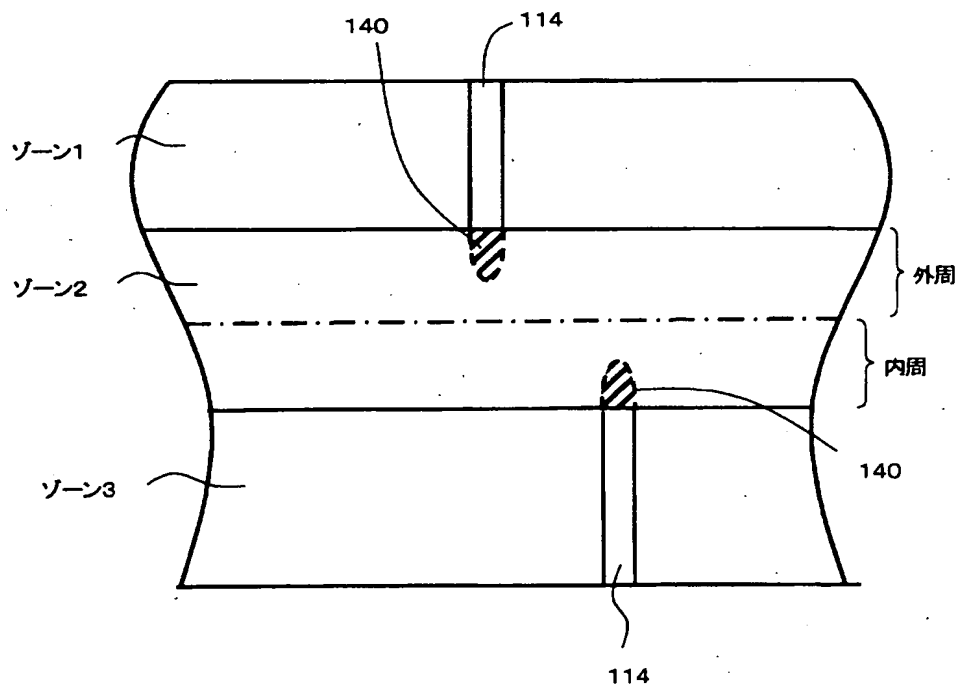
$$i_u = \text{floor}\left(\frac{t}{T}\right)$$

$$\hat{C}_{iu}(N) = \hat{C}_{iu}(L) + K_i T_s \cdot I_{FB}$$

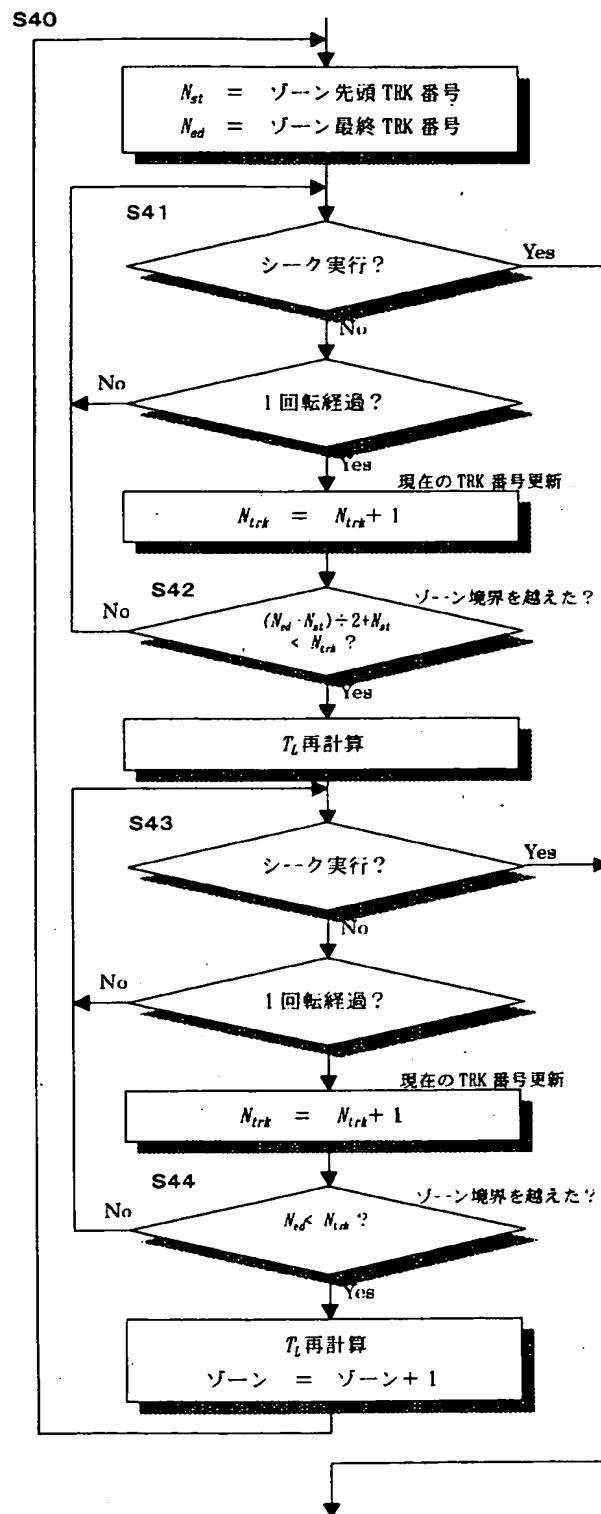
【図16】



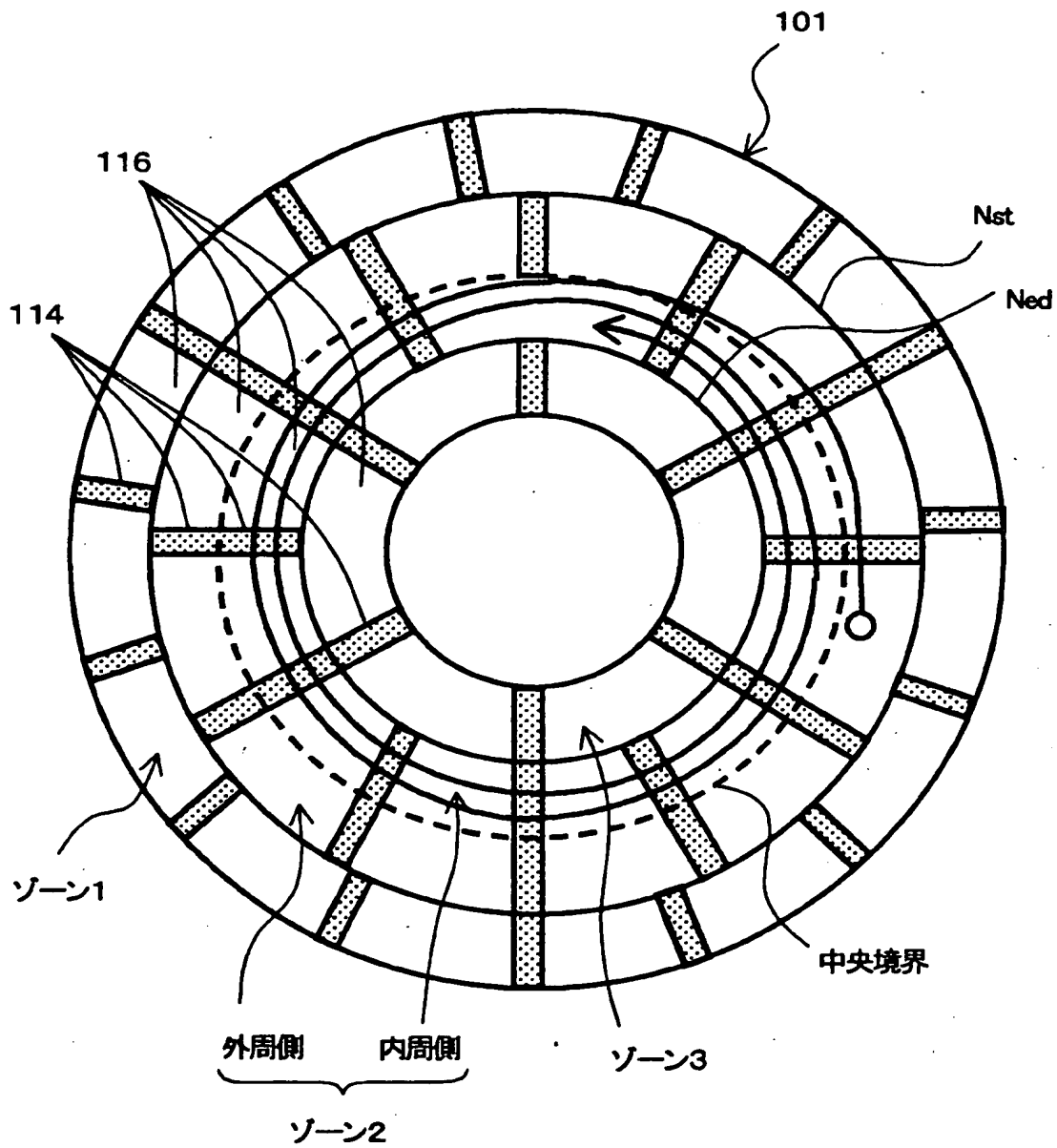
【図17】



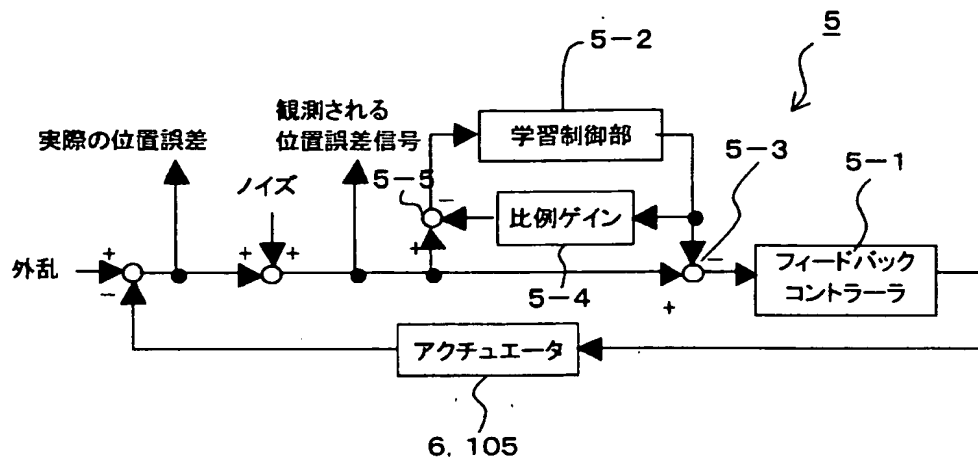
【図 18】



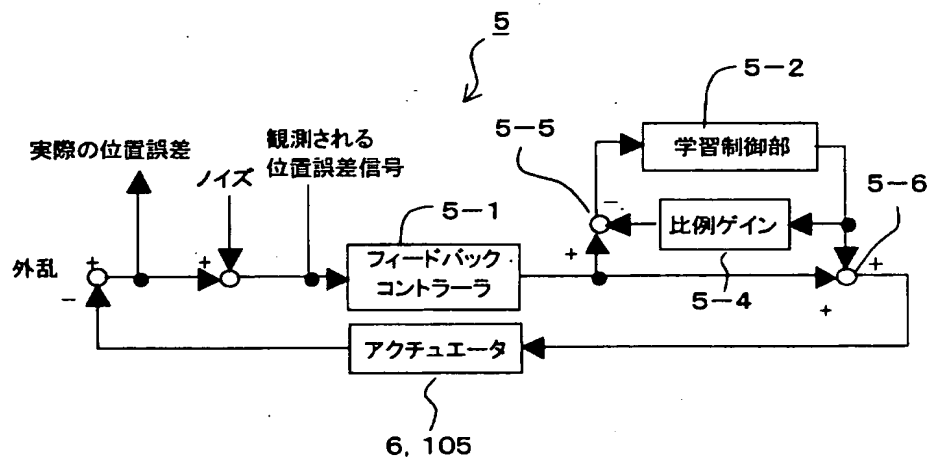
【図19】



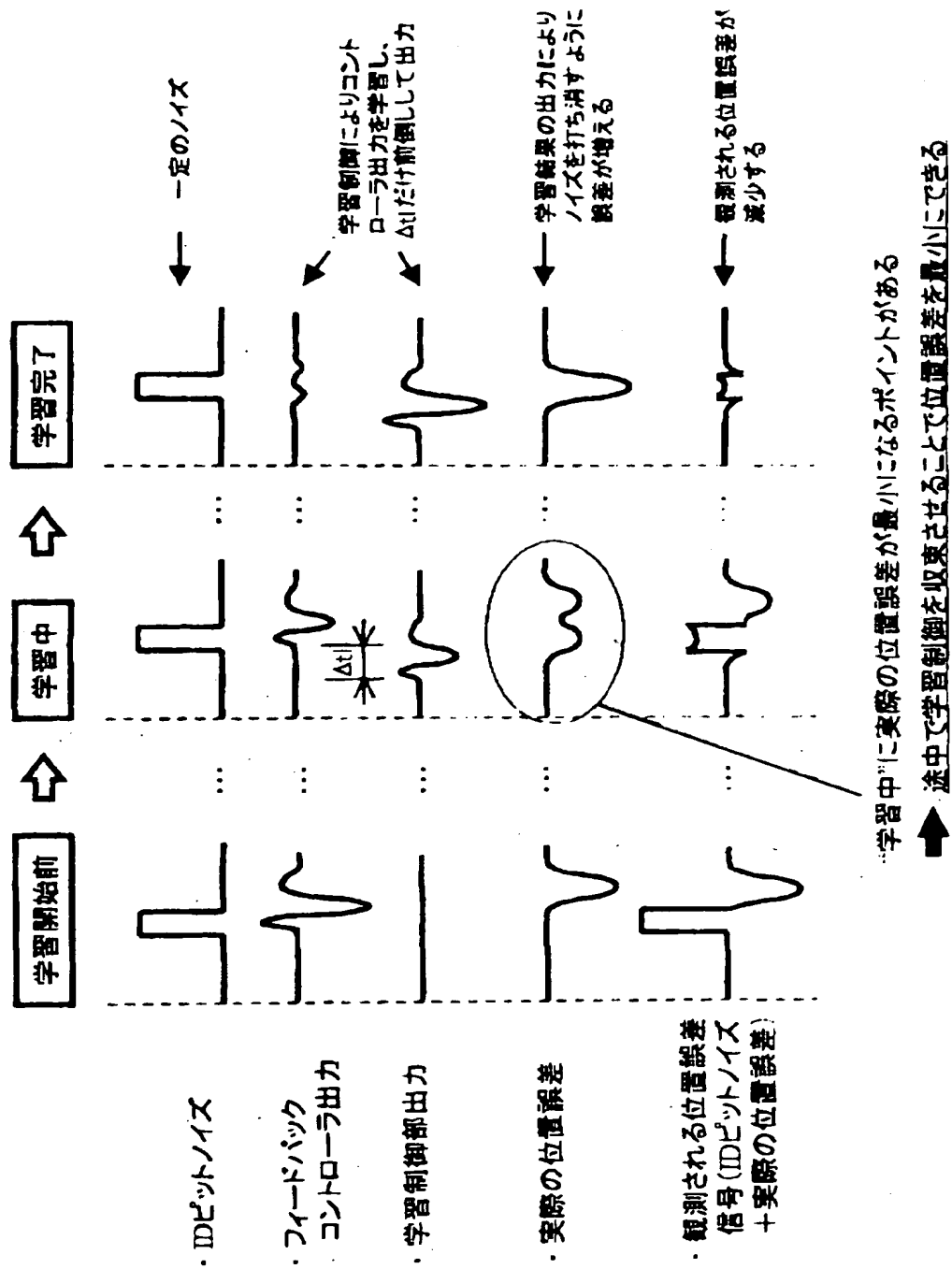
【図 20】



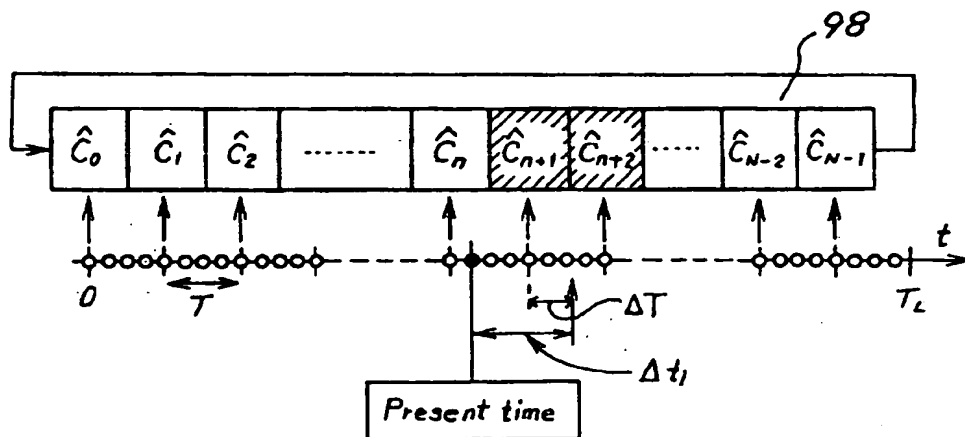
【図 21】



【図 22】

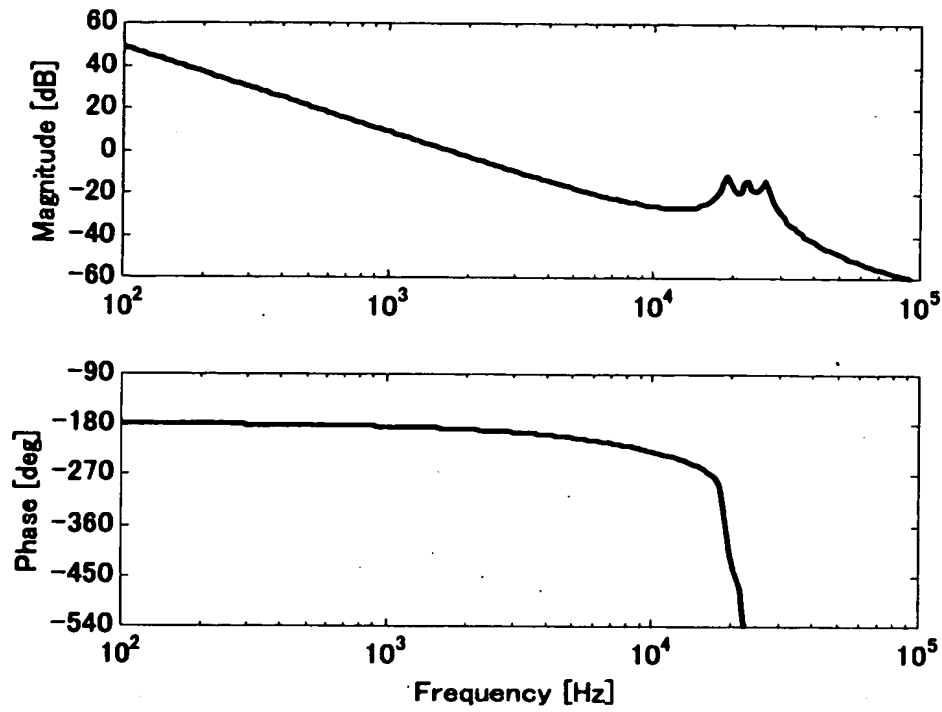


【図 23】

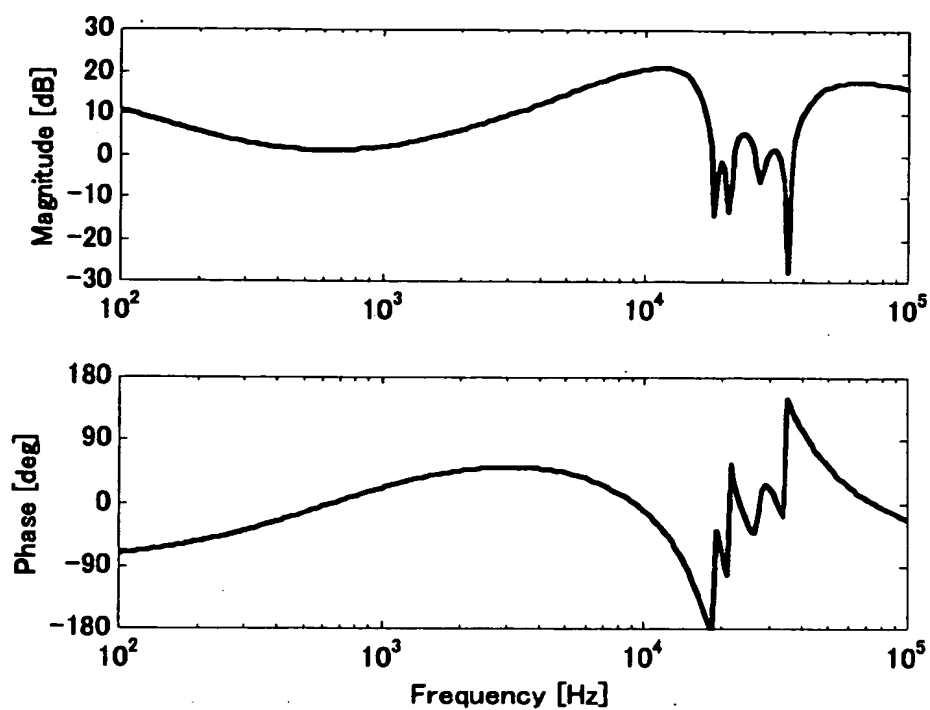


$$\begin{aligned}
 io &= \text{floor}\left(\frac{t + \Delta t_l}{T}\right) \\
 \text{if } io &\leq N-2 \text{ then } io1 = io, io2 = io1 + 1 \\
 \text{if } io &= N-1 \text{ then } io1 = N-1, io2 = 0 \\
 \text{if } io &\geq N \text{ then } io1 = io - N, io2 = io1 + 1 \\
 l_{FF}(\Delta T) &= \hat{C}_{io1} + \frac{\hat{C}_{io2} - \hat{C}_{io1}}{T} = \Delta T
 \end{aligned}$$

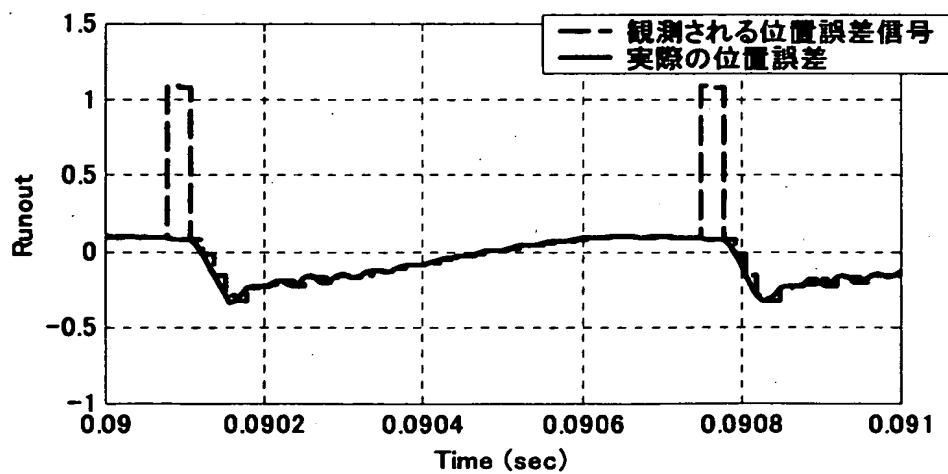
【図 2 4】



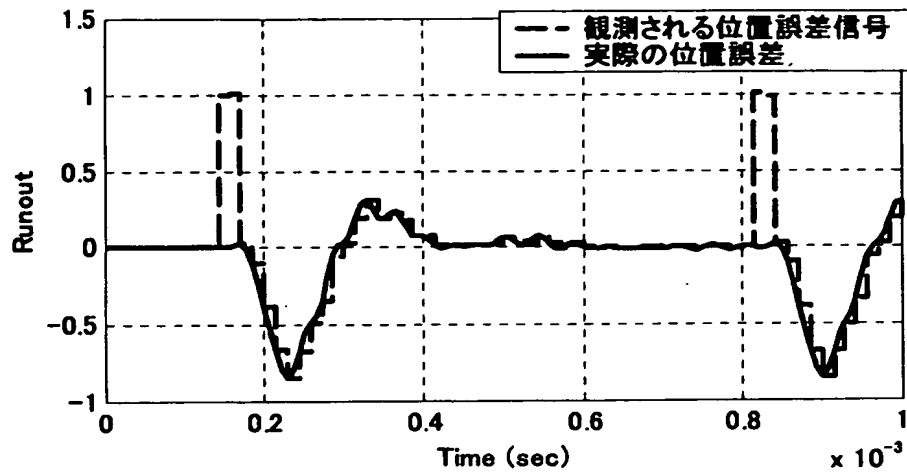
【図 2 5】



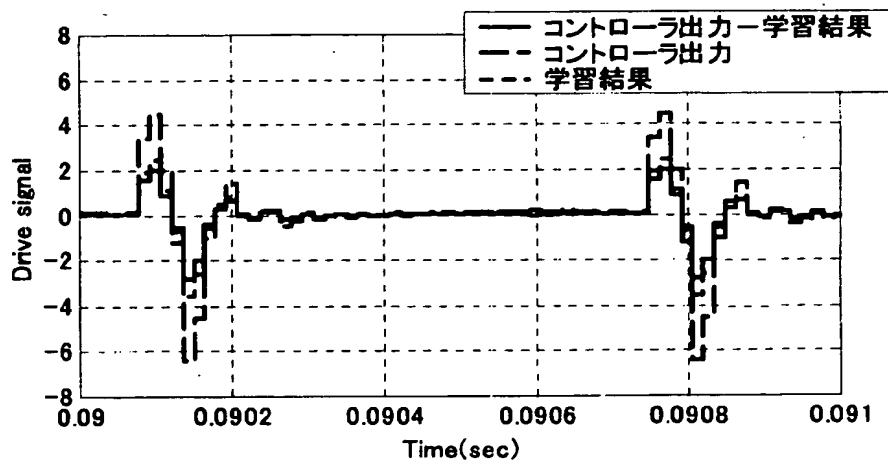
【図 2 6】



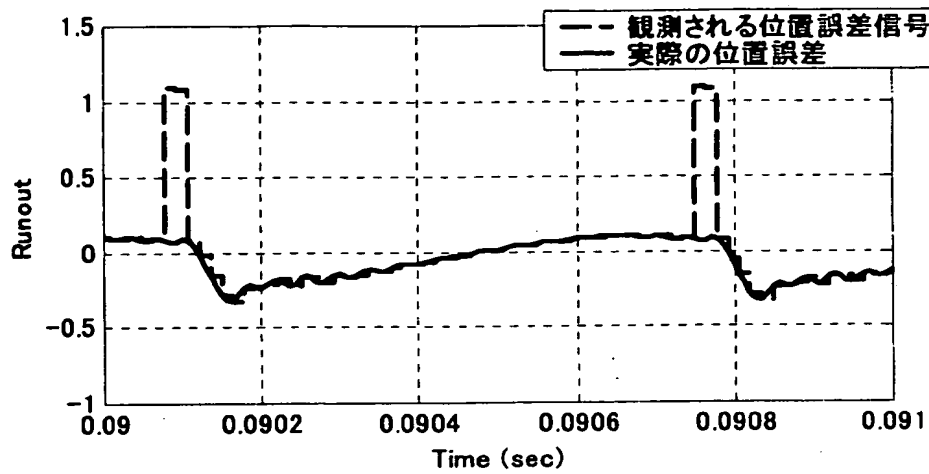
【図 2 7】



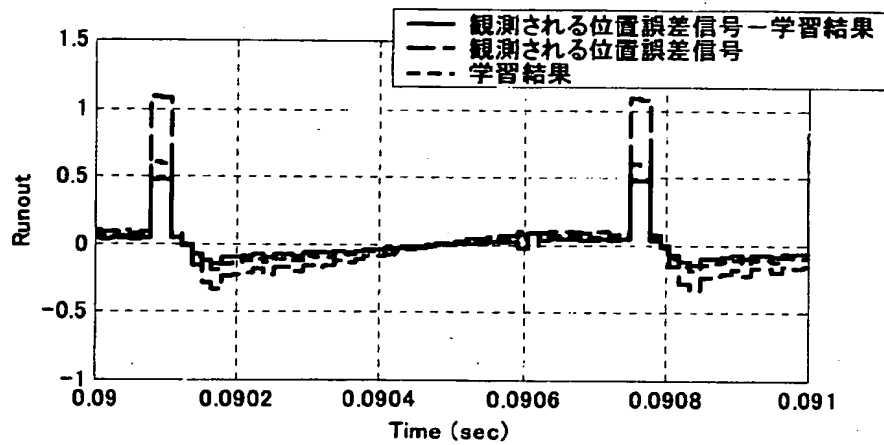
【図 2 8】



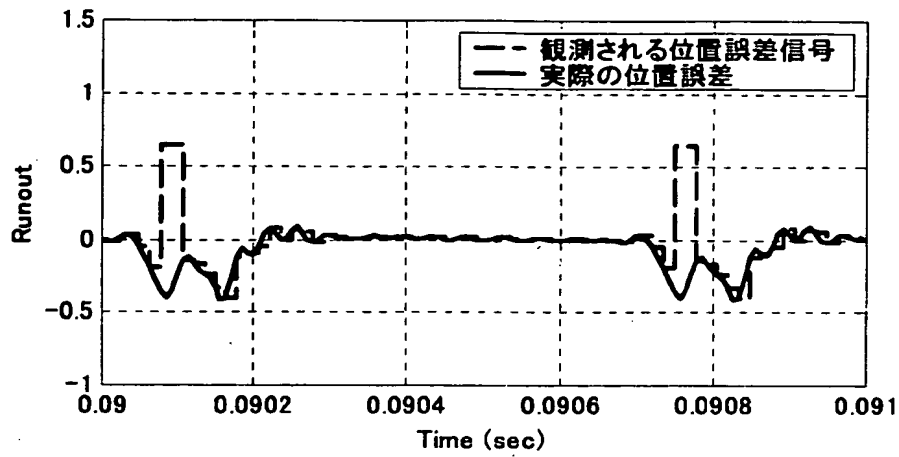
【図 29】



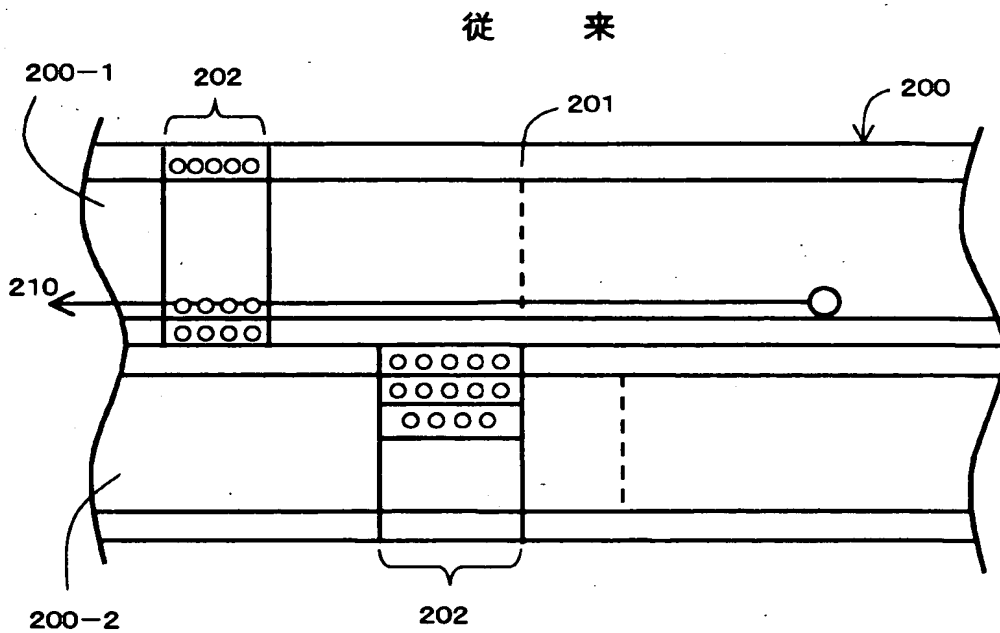
【図 30】



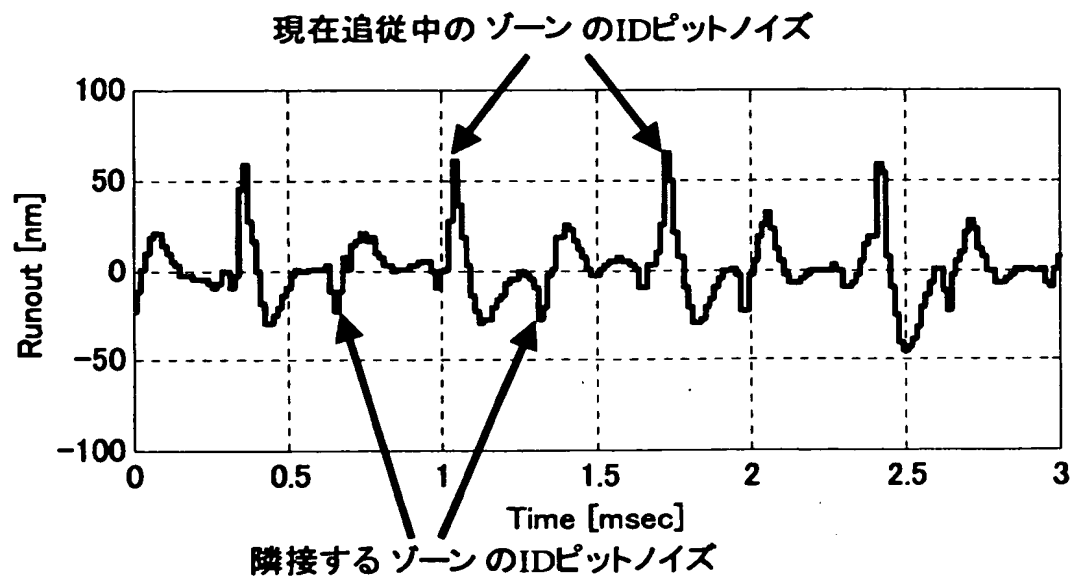
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ディスクのトラックに光ビームをトラック追従制御するトラックサーボ制御方法に関し、光ディスクの I D ピットノイズによる光ビームの振れを抑制する。

【解決手段】 アクチュエータ (1 0 5) からのトラックエラー信号により、アクチュエータ (1 0 5) をフィードバック制御するフィードバック制御部 (5 - 1) と、学習制御部 (5 - 2) とを設ける。光ディスク I D ピットノイズが周期性ノイズであることから、学習制御部 (5 - 2) が、これを学習して、フィードバック制御系に学習結果を注入し、 I D ピットノイズによるアクチュエータの振れを抑制する。学習入力から学習結果を差し引き、差し引いた学習信号を学習するようにして、学習を収束させる。このため、周期性 I D ピットノイズが加わっても、制御ループから除去することができ、周期性ノイズによるアクチュエータの振れを低減でき、安定なトラック追従動作が可能となる。

【選択図】 図 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-165241
受付番号	50100788888
書類名	特許願
担当官	金井 邦仁 3072
作成日	平成13年 6月 6日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 592019877

【住所又は居所】 兵庫県加東郡社町佐保35番

【氏名又は名称】 富士通周辺機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】 100094514

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東
昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所

【氏名又は名称】 林 恒徳

【代理人】

【識別番号】 100094525

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東
昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所

【氏名又は名称】 土井 健二

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [592019877]

1. 変更年月日 1999年 9月22日

[変更理由] 住所変更

住 所 兵庫県加東郡社町佐保35番

氏 名 富士通周辺機株式会社